

Дата публикации: 01.12.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_15

УДК 796.332+612.172.6

ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ У ФУТБОЛИСТОВ РАЗЛИЧНЫХ АМПЛУА

Е.В. Быков, К.С. Кошкина, Е.Г. Сидоркина, О.В. Балберова
Уральский государственный университет физической культуры,
г. Челябинск, Россия

Ключевые слова: футболисты, спортивная результативность, игровые виды спорта, амплуа, адаптация, сердечно-сосудистая система, миокард, дилатация, гипертрофия.

Аннотация. В статье представлены физиологические особенности сердечно-сосудистой системы футболистов (исследования методом тетраполярной реографии и эхокардиографии) в зависимости от игрового амплуа и уровня спортивной результативности. Доминирующий тип кровообращения – гиперкинетический. У высокорезультативных футболистов выявлены более значимые степень экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы, снижения постнагрузки и увеличения сократительной функции сердца по сравнению с низкорезультативными. Высокрезультативные нападающие имеют наименьшие значения систолического и диастолического давления, конечно-систолического объема и конечно-систолического размера, частоты сердечных сокращений, двойного произведения и обладают наибольшими среди всех футболистов показателями сократительной способности сердца (конечно-диастолический и ударный объем, толщина задней стенки левого желудочка).

RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOFUNCTIONAL PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND SPORTS PERFORMANCE OF SOCCER PLAYERS OF VARIOUS ROLES

E.V. Bykov, K.S. Koshkina, E.G. Sidorkina, O.V. Balberova
Ural State University of Physical Culture”, Chelyabinsk, Russia

Key words: soccer players, sports performance, game-based sports, game roles, adaptation, cardiovascular system, myocardium, dilatation, hypertrophy.

Annotation. The article presents the physiological features of soccer players' cardiovascular system (studies using tetrapolar rheography and echocardiography), depending on the role and the sports performance level. The dominant type of blood circulation is hyperkinetic. In high-performance soccer players, more significant degrees of cardiovascular system activity's efficiency, a decrease in afterload and an

increase in the heart contractile function were revealed. High-performance forwards have the lowest values of systolic and diastolic pressure, end-systolic volume and end-systolic size, heart rate, double product and have the highest heart contractility indicators among all soccer players (end-diastolic and shock volume, thickness of the posterior wall of the left ventricle).

Введение. Высокий уровень адаптации к специфике физических нагрузок (скоростно-силовые анаэробного характера) в игровых видах спорта (в том числе в футболе) обеспечивается сложным комплексом морфофункциональных перестроек: изменениями активности отделов вегетативной нервной системы, энергообеспечения мышечной деятельности и деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) [1-3].

Усиление в состоянии покоя парасимпатических влияний на сердечный ритм и адренореактивности миокарда обеспечивает экономичность его деятельности и максимальную производительность при предельных физических нагрузках [4]. Burr J.F. с соавт. (2015) отмечают, что уровень спортивной результативности у хоккеистов определяется адекватным сердечным выбросом, увеличенным венозным возвратом, вазодилатацией сосудов [5]. С уровнем спортивной результативности спортсменов с различным игровым амплуа связаны такие биохимические показатели крови, как начальный и конечный уровень лактата, мочевины, неорганического фосфора, креатинфосфокиназы (КФК) [6]. Выявлена корреляционная связь между активностью аминотрансфераз и гипертрофией миокарда: отмечается сильная связь между уровнем КФК и конечно-диастолического объема (КДО) ($r=0,97$), КФК и конечно-систолического объема (КСО) ($r=0,96$) [4].

К факторам, определяющим высокую адаптацию ССС футболистов к нагрузкам, относят: снижение ЧСС в пределах 46-59 уд/мин, увеличение ударного объема (УО) до 154 мл (при норме 120 мл), увеличение ударного индекса (УИ), конечно-диастолического объема (КДО), индекса конечно-диастолического объема (КДИ) [7]. Существенная степень развития дилатации желудочков сердца, способствующая продуктивному обеспечению мышечной деятельности (характеризуется показателем КДИ), в сочетании с умеренной брадикардией в состоянии покоя являются предпосылками для успешной соревновательной деятельности [7]. Аналогичные данные приводит Ашмарин Д.В.: в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам у футболистов увеличение УО, фракции выброса (ФВ), связанных с повышением сократительной функции миокарда, при снижении механической работы (ЧСС), в итоге обеспечивают некоторое снижение показателя минутного объема кровообращения (МОК) как проявление экономизации

деятельности ССС [8]. В качестве наиболее благоприятного типа кровообращения у спортсменов-игровиков рассматривается эукинетический [1, 9].

Минина Е.Н. с соавт. (2020) выявили, что рост физической работоспособности и адаптационного потенциала у спортсменов (футбол, бокс) обеспечивается экономизацией функций кардиореспираторной системы в среднем на 30% (по показателям удельной физиологической стоимости выполняемой физической нагрузки), что приводило к увеличению коэффициента эффективности миокарда более 60%, то есть ассоциируется с показателями удельной физиологической стоимости выполняемой физической нагрузки – пульсовой стоимости (уд/Вт), минутно-объемной стоимости кровообращения (мл/мин/Вт), респираторной (цикл/Вт) и кислородной стоимости (мл/Вт). Наилучшую способность классифицировать уровень функциональных резервов миокарда по фазографическим скоростным показателям электрической активности сердца проявил показатель βT , который отражает процессы реполяризации и позволяет оценить степень напряжения миокарда; он является стабильным и чувствительным индикатором, отражающим интегративную реакцию адаптационных резервов кардиогемодинамики [10].

Многолетние физические нагрузки у спортсменов-игровиков приводят к гипертрофии миокарда и дилатации [11-12]. Francavilla С.V. с соавт. (2018) также отмечают, что у футболистов происходит гипертрофия миокарда области левого желудочка (ЛЖ) и межжелудочковой перегородки (МЖП) с дилатацией полостей левых отделов сердца [13]. К специфическим изменениям при формировании физиологической гипертрофии миокарда у спортсменов относят такие параметры: толщина МЖП в пределах $9,9 \pm 0,16$ мм, толщина стенки ЛЖ – $9,3 \pm 1,0$ мм, конечно-диастолический размер (КДР) – $51,6 \pm 1,1$ мм, индекс массы ЛЖ (ИМЛЖ) – 105 ± 32 г/м², диаметр левого предсердия – $34,2 \pm 4,5$ мм [14].

Адаптационные изменения эхокардиографических параметров у футболистов проявлялись в следующем: КДО составил $52,9 \pm 0,36$ мл, конечно-систолический объем (КСО) – $52,9 \pm 0,36$ мл, толщина МЖП – $7,24 \pm 0,31$ мм, толщина задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ) – $8,88 \pm 0,19$ мм, масса миокарда – $200,0 \pm 1,99$ г [15]. По данным признаками физиологической гипертрофии миокарда у футболистов являются увеличение толщины ЗСЛЖ ($9,8 \pm 1,5$ мм), МЖП ($10,1 \pm 1,0$ мм), КДР ($53,3 \pm 3,7$ мм), конечно-систолического размера (КСР) ($33,0 \pm 3,1$ мм), массы миокарда ЛЖ ($187,1 \pm 40,6$ г), ФВ ($67,2 \pm 9,5\%$), диаметра правого желудочка ($23,1 \pm 3,5$ мм) [16].

Снижение показателей ЧСС и увеличение УО, ФВ, УИ, КДО позволяют судить о лучшем кровенаполнении желудочков в процессе диастолы [17]. Отмечена связь показателей кардиогемодинамики (КГД) с уровнем физической подготовленности и спортивной результативности спортсменов-игровиков: выявлено снижение показателей ДАД на 12,4%, САД – на 5,2%, АДср – на 9,2%, а также продемонстрированы параметры КГД, которые являлись маркерами роста функциональной подготовленности в ответ на скоростно-силовую нагрузку у спортсменов: снижение ЧСС на 13,3%, увеличение УО на 19,8%, МОК на 13,2% и УИ на 15,5% [17].

Имеются данные о том, что у спортсменов с преимущественным проявлением скоростных качеств и выносливости морфофункциональные сдвиги в деятельности ССС (наличие гипертрофии миокарда, дилатации полостей сердца, увеличение массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ), МЖП, ЗСЛЖ, УО, КДО, КСО) зависят от специфики двигательной активности, что предполагает различия адаптивных перестроек у спортсменов с разным игровым амплуа [4, 18, 19].

Таким образом, до настоящего времени недостаточно изученными являются особенности морфофункциональных характеристик ССС у спортсменов-игровиков в зависимости от их игрового амплуа и уровня спортивной результативности.

Цель исследования – выявить функциональные и морфологические параметры ССС, сопряженные со спортивной результативностью у футболистов с различным игровым амплуа.

Методы и организация исследования. Оценка функционального состояния ССС у квалифицированных спортсменов проводилась в период с 2020 по 2021 гг на базе Научно-исследовательского института олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры (г. Челябинск). В исследовании приняли участие 46 спортсменов мужского пола в возрасте 17-22 лет, занимающихся футболом. Средняя длина тела обследуемых $183,7 \pm 1,83$ см, средняя масса тела $73,0 \pm 3,18$ кг; спортивная квалификация – I спортивный разряд, КМС, МС.

Было сформировано четыре группы в зависимости от спортивной результативности, определенной тренерами в соревновательном периоде: высокорезультативные (ВР) и низкорезультативные (НР) защитники и полузащитники (соответственно 1-я и 2-я группа) и ВР и НР нападающие (3-я и 4-я группа). Спортивный результат оценивался по следующим параметрам: успешность длинной передачи мяча, результативность ударов по воротам противника, голевые передачи, обводка соперника, отбор и перехват мяча.

Регистрация следующих параметров кардиогемодинамики проводилась методом тетраполярной реографии при помощи сертифицированной компьютерной системы «МАРГ 10-01» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск) в положении спортсмена лежа на спине: систолическое артериальное давление (АДс, мм рт. ст.), диастолическое артериальное давление (АДд, мм рт. ст.), среднее артериальное давление (АДср, мм рт. ст.), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), двойное произведение (САД*ЧСС):100, усл. ед.) ударный объем (УО, мм), минутный объем крови (МОК, л), сердечный индекс (СИ, мл/м²), фракция выброса (ФВ, %), конечно-диастолический объем (КДО, мл), ударный индекс работы левого желудочка (уИРЛЖ, г*мин/м²), период предизгнания (ППИ, мс), время изгнания из левого желудочка (ВИЛЖ, мс), индекс работы левого желудочка (ИРЛЖ, кг*мин/м²), удельный индекс (УИ, мл/м²), индекс доставки кислорода (ИДК, мл/мин/м²), конечный диастолический индекс (КДИ, мл/м²), индекс общего периферического сопротивления (ИОПС, дин*сек*см) и ударный индекс общего периферического сопротивления (уИОПС, дин*сек*см*см⁻⁵).

Оценка линейных размеров и объемных показателей миокарда проведена методом ЭХО-КГ на аппарате «Унисон-2-03» с трансторакальным доступом [20]. Измерение толщины стенок и размеров областей проводили в М-режиме. Осуществлена оценка следующих параметров миокарда: фракция выброса (ФВ, %), ударный объем (УО, мл), масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г), сократимость миокарда ЛЖ (мм), конечно-диастолический размер (КДР, мм), конечно-систолический размер (КСР, мм), толщина задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ, мм), конечно-диастолический объем (КДО, мл), конечно-систолический объем (КСО, мм), толщина межжелудочковой перегородки (МЖП, мм).

Статистическая обработка результатов проводилась с применением пакета анализа Microsoft Excel-2010. Различия показателей в каждой выборке проводили с помощью критерия Стьюдента (различия считались достоверными при $p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам тетраполярной реографии выявлены следующие параметры КГД у футболистов с различным игровым амплуа и уровнем спортивной результативности (табл. 1). Функциональное состояние ССС всех футболистов характеризуется умеренной брадикардией и низкими показателями двойного произведения (ДП), что отражает экономизацию ее деятельности. В то же время, наиболее низкие значения ЧСС выявлены в группах 1 и 3 (высокорезультативные защитники/полузащитники и нападающие), причем у нападающих (3-я группа) ЧСС достоверно ниже, чем в 4-й группе ($p < 0,05$).

Помимо этого, в группах 1 и 3 показатели САД и ДАД были ниже, чем во 2-й и 4-й группах. Как следствие, величина ДП у высокорезультативных спортсменов 1-й и 3-й групп была ниже на 10-20% ($p < 0,05$) по сравнению с НР-футболистами, что, на наш взгляд, отражает не только более выраженную экономизацию деятельности ССС, но и более высокий уровень ее функциональных возможностей.

Таблица 1

Показатели гемодинамики высоко- и низкорезультативных футболистов ($M \pm m$)

Показатели	Игровое амплуа			
	защитники/полузащитники (n=24)		нападающие (n=22)	
	1-я гр. (ВР) (n=11)	2-я гр.(НР) (n=13)	3-я гр. (ВР) (n=10)	4-я гр. (НР) (n=12)
ЧСС (уд/мин)	52,17±1,39	56,17±1,94	50,31±1,97	57,37±1,46*
САД (мм рт. ст.)	111,83±1,07	116,09±1,00*	104,77±1,33	117,44±1,29*
ДАД (мм рт. ст.)	60,51±0,53	65,39±1,08*	65,31±0,99	66,87±1,38*
АДср (мм рт. ст.)	77,41±1,45	83,91±1,38*	78,00±1,11	85,00±1,53*
ДП (усл. ед.)	58,24±0,01	64,96±0,02*	52,50±0,03	66,69±1,88*
ЧДрео (цикл/мин)	15,33±0,45	15,82±0,37*	15,15±1,02	15,69±0,78*
УО (мл)	137,42±5,49	144,78±4,08	138,00±14,00	138,55±8,64
УИ (мл/м ²)	82,25±2,15	84,34±1,18	78,50±5,50	81,55±3,04
МОК (л)	7,37±0,48	8,42±0,37	8,56±0,51	8,52±0,42
СИ (мл/м ²)	4,43±0,23	4,87±31,75	3,95±0,35	4,77±0,20
КДИ (мл/м ²)	130,08±1,42	132,26±1,66	129,44±1,26	124,31±1,69*
ФВ (%)	63,16±0,27	62,96±0,33	63,50±0,50	62,88±0,45
ППИ (мс)	100,92±1,58	99,69±1,55	103,50±0,50	100,66±2,71
ВИЛЖ (мс)	318,33±3,52	307,91±2,91*	323,00±6,00	305,00±6,17*
ИРЛЖ (кг*мин/м ²)	4,56±0,27	5,40±0,21*	4,05±0,35	5,30 ±0,32*
ИОПС (дин*сек*см)	1397,33±77,80	1345,39±48,60	1410,50±132,50	1350,00±60,36
ИДК (мл/мин/м ²)	833,66±54,12	868,68±31,75	828,50±26,50	845,22±42,27
уИРЛЖ (г*мин/м ²)	85,08±2,59	92,70±2,44*	80,50±5,5	89,77±4,44
уИОПС (дин*с*см* см ⁻⁵)	73,42±2,92	76,65±1,38	75,50±5,50	79,11±4,67

Примечание: * – различия между 1-й и 2-й, между 3-й и 4-й группой достоверны при $p < 0,05$

Показатели сократительной функции миокарда – ударный объем и фракция выброса, периода предизгнания – не имели существенных различий при наличии меньших величин ВИЛЖ во 2-й и 4-й группах по сравнению с 1-й и 3-й гр. соответственно ($p < 0,05$).

Тип кровообращения независимо от спортивной результативности и амплуа обследованных спортсменов во всех группах по показателю СИ был определен как гиперкинетический (выше 3,5 мл/м²), это обусловлено наличием высоких цифр ударного объема (более 130 мл во всех группах), что наряду с высокими значениями КДИ (норма составляет 60-100 мл/м²) и умеренной брадикардией относят к факторам, определяющим высокую адаптацию ССС футболистов к нагрузкам [7].

Судя по показателю ИРЛЖ, степень напряжения работы миокарда выше у НР-футболистов ($5,40 \pm 0,21$ кг*мин/м² против $4,56 \pm 0,27$ в 1-й и $5,30 \pm 0,32$ кг*мин/м² в 4-й группе против $4,05 \pm 0,35$ в 3-й, $p < 0,05$), аналогичные различия выявлены и у показателя уИРЛЖ. Этот вывод в определенной мере подтверждается и показателями уИОПС, а также АДср и КСО, которые выше во 2-й гр. и 4-й гр. по сравнению с 1-й и 3-й, они отражают более высокий уровень постнагрузки у низкорезультативных спортсменов. В то же время, показатель ИОПС находится во всех группах на нижней границе нормы, что вкупе с показателями систолического и диастолического давления позволяет заключить о близком к оптимальному состоянию сосудистого тонуса у квалифицированных футболистов всех групп сравнения (то есть долговременная адаптация ССС футболистов характеризуются снижением постнагрузки).

При оценке показателей ЭХО-КГ у футболистов были выявлены следующие особенности, связанные с игровым амплуа и спортивной результативностью (табл. 2).

Таблица 2
Эхокардиографические показатели у высоко- и низкорезультативных футболистов ($M \pm m$)

Показатели	Игровое амплуа			
	защитники/полузащитники (n=24)		нападающие (n=22)	
	ВР (n=11)	НР (n=13)	ВР (n=10)	НР (n=12)
КДО (мл)	$109,63 \pm 1,28$	$101,99 \pm 0,75^*$	$113,02 \pm 1,33$	$94,32 \pm 0,97^*$
КСО (мл)	$47,77 \pm 0,05$	$51,05 \pm 1,27^*$	$42,31 \pm 0,95$	$44,92 \pm 1,55$
ФВ (%)	$66,47 \pm 1,45$	$63,89 \pm 1,75$	$61,25 \pm 1,64$	$59,75 \pm 0,25$
УО (мл)	$58,65 \pm 0,44$	$54,13 \pm 0,07^*$	$69,65 \pm 1,73$	$52,03 \pm 0,13^*$
ЗСЛЖ (мм)	$9,91 \pm 0,44$	$8,65 \pm 0,44^*$	$11,36 \pm 1,25$	$8,44 \pm 0,37^*$
МЖП (мм)	$12,23 \pm 0,72$	$9,03 \pm 0,36^*$	$11,22 \pm 0,21$	$9,50 \pm 0,48^*$
ММЛЖ (г)	$148,01 \pm 0,54$	$135,37 \pm 0,93^*$	$136,75 \pm 1,36$	$128,07 \pm 1,40^*$
Сокр. МЛЖ (мм)	$32,47 \pm 0,86$	$33,44 \pm 0,75$	$34,40 \pm 1,70$	$31,25 \pm 1,02$
КДР (мм)	$45,07 \pm 0,26$	$44,73 \pm 0,73$	$41,95 \pm 1,98$	$37,23 \pm 1,19^*$
КСР (мм)	$30,18 \pm 0,72$	$29,63 \pm 0,61$	$25,53 \pm 0,62$	$27,62 \pm 0,85$
Диаметр ЛЖ (мм)	$46,59 \pm 0,85$	$42,52 \pm 1,02^*$	$44,24 \pm 1,32$	$43,70 \pm 1,82$

Примечание: * – различия между 1-й и 2-й, между 3-й и 4-й группой достоверны при $p < 0,05$

Адаптация к нагрузкам обследованных нами футболистов характеризуется по результатам ЭХО-КГ такими морфофункциональными перестройками, как умеренная гипертрофия миокарда и дилатация полостей, при этом высокорезультативные спортсмены имели более высокие цифры как объемных характеристик (КДО, УО), так и морфологических параметров (МЖП, ММЛЖ, ЗСЛЖ). Необходимо отметить, что гипертрофия была в пределах физиологической нормы «спортивного сердца» (менее 13 мм). Так,

за счет того, что у них показатели КДО выше (как у защитников/полузащитников, так и у нападающих) по сравнению с низкорезультативными, а КСО меньше, величина ударного объема в 1-й и 3-й группах выше, чем во 2-й и 4-й группах соответственно.

Наибольшие значения КДО и УО и наименьшие КСР имели высокорезультативные нападающие. В то же время, увеличение у них объемных параметров сочеталось и с более выраженными проявлениями гипертрофии миокарда (толщина ЗСЛЖ), что, как мы полагаем, отражает специфику адаптации сердца у игроков этого амплуа, так как такие адаптационные перестройки обеспечивают возможность реализации скоростно-силовых кратковременных нагрузок анаэробного характера (рывки с мячом к воротам на высокой скорости).

Заключение. Таким образом, в целом адаптация футболистов к специфике скоростно-силовых физических нагрузок анаэробного характера заключается в комплексе морфофункциональных перестроек ССС: развитии экономизации деятельности в состоянии покоя (умеренная брадикардия, снижение постнагрузки, которое отражают показатели САД, ДАД, АДср), гипертрофии миокарда (в пределах физиологической нормы «спортивного сердца») и дилатации полости левого желудочка, что в совокупности обеспечивает высокую сократительную способность сердца и позволяет существенно увеличивать МОК при нагрузках. Доминирующий тип кровообращения – гиперкинетический.

У высокорезультативных футболистов по сравнению с низкорезультативными нами выявлена большая степень экономизации деятельности ССС (более низкие показатели ЧСС, САД, ДАД, АДср, ДП), снижения постнагрузки (АДср, КСО) и увеличения сократительной функции сердца, о чем свидетельствуют параметры КДО, УО, а также КДР в сочетании с гипертрофией (более высокие показатели толщины ЗСЛЖ и МЖП, ММЛЖ).

Выявлены специфические функциональные и морфологические изменения в деятельности ССС у спортсменов в зависимости от игрового амплуа. Они определены у высокорезультативных нападающих в виде наименьших значений САД и ДАД, КСО и КСР (снижение постнагрузки), ЧСС и двойного произведения (экономизация деятельности) в состоянии покоя в сочетании с наибольшими среди всех обследованных групп спортсменов показателями, отражающими высокую сократительную способность сердца (величины КДО, УО, толщина ЗСЛЖ).

Статья подготовлена по результатам НИР в рамках выполнения государственного задания «Разработка и научное обоснование модельных характеристик квалифицированных спортсменов игровых видов спорта

(футбол, хоккей) по показателям функциональной подготовленности» (приказ Минспорта РФ № 1080 от 20.12.2019 г.).

Список литературы

1. Быков Е.В. Построение тренировочного процесса на основе совершенствования методов контроля функционального состояния и учета генетических факторов: монография / Е.В. Быков, Н.Г. Зинурова, А.В. Чипышев, О.И. Коломиец, Е.В. Леконцев // Челябинск: Уральская академия. – 2018. – 130 с.

2. Калинина И.Н. Особенности функционирования системы кровообращения футболистов массовых разрядов / И.Н. Калинина, В.А. Блинов, Л.Г. Баймакова, О.А. Блинов // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 7. – С. 15-17.

3. Мавлиев Ф.А. Особенности кардиогемодинамики юных хоккеистов 10-11 лет / Ф.А. Мавлиев, Ф.Р. Зотова, А.С. Самсыкин // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2012. – № 11(93). – С. 81-86.

4. Кудря О.Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О.Н. Кудря, Л.Е. Белова, Л.В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 356. – С. 162-166.

5. Burr J.F. Influence of Active Recovery on Cardiovascular Function During Ice Hockey / J.F. Burr, J.T. Slysz, M.S. Boulter, D.E. Warburton // Sports Med Open. – 2015. – № 1(1). – P. 27. DOI: 10.1186/s40798-015-0026-8.

6. Иорданская Ф.А. Мониторинг специальной работоспособности высококвалифицированных футболистов / Ф.А. Иорданская // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 5. – С. 66-75.

7. Агапов К.М. Особенности показателей развития общей выносливости футболистов высокой квалификации / К.М. Агапов, А.А. Мохов, А.Н. Бердникова, А.В. Захарова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 1(155). – С. 14.

8. Ашмарин Д.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы футболистов 13-14 лет к скоростно-силовым нагрузкам / Д.В. Ашмарин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 570-573.

9. Вонаршенко А.П. Особенности регуляции кровообращения у спортсменов игровых видов спорта в тренировочном периоде / А.П. Вонаршенко, К.И. Засядько, О.В. Панкратов, Е.А. Фленов // Здоровье для всех: сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф., 19-20 мая 2011 г. / Полесский государственный университет. – Пинск. – 2011. – С. 20-23.

10. Минина Е.Н. Определение диагностической информативности фазографических показателей электрической активности сердца в оценке функционального резерва у спортсменов / Е.Н. Минина, А.Г. Ластовецкий //

Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2020. – № 4 (14). – С. 81-88. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16718.

11. Ивянский С.А. Современные представления о ремоделировании миокарда у юных спортсменов / С.А. Ивянский, Л.А. Балыкова, А.Н. Урзьева, Н.В. Щекина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2013. – № 1-1(1). – С. 80-88.

12. Талибов А.Х. Зависимость эхокардиографических показателей от возраста и продолжительности занятий спортом / А.Х. Талибов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 8(102). – С. 175-179.

13. Francavilla C.V. Influence of Football on Physiological Cardiac Indexes in Professional and Young Athletes / C.V. Francavilla, F. Sessa, M. Salerno, G.D. Albano, I. Villano G. Messina, F. Triolo, L. Todaro, M. Ruberto, G. Marsala, O. Cascio, M.P. Mollica, V. Monda // *Frontiers in Physiology*. – Feb 28, 2018. – № 9. – P. 153. DOI: 10.3389/fphys.2018.00153.

14. Каллаур Е.Г. Подходы к диагностике патологической трансформации сердца у квалифицированных спортсменов / Е.Г. Каллаур, В.В. Маринич, В.В. Шантарович // Пермский медицинский журнал. – 2014. – № 6(31). – С. 91-104.

15. Кулиев Ф.А. Эхокардиографические показатели функционального состояния левого желудочка у лиц юношеского возраста, занимающихся профессиональным футболом / Ф.А. Кулиев, У.Э. Мехтиев, А.Ф. Зейналов, С.С. Исмаилова // Мир медицины и биологии. – 2013. – № 4-2(42). – С. 32-35.

16. Galanti G. Left ventricular remodeling and the athlete's heart, irrespective of quality load training / G. Galanti, L. Stefani, G. Mascherini, V. Di Tante, L. Toncelli // *Cardiovasc Ultrasound*. – Nov 17, 2016. – № 14(1). – № 46. DOI: 10.1186/s12947-016-0088-x.

17. Мавлиев Ф.А. Динамика кардиогемодинамических показателей хоккеистов в подготовительном периоде макроцикла / Ф.А. Мавлиев, Ф.Р. Зотова, А.С. Назаренко, Е.Н. Герасимов, Д.А. Шатунов // Вестник спортивной науки. – 2015. – № 2. – С. 31-35.

18. Ачкасов Е.Е. Морфологические и функциональные особенности системы кровообращения у ветеранов спорта и действующих спортсменов / Е.Е. Ачкасов, Е.В. Машковский, О.Т. Богова, Ш. Вулкан // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2014. – № 5(69). – С. 34-39.

19. Быков Е.В. Особенности морфофункционального состояния сердечно-сосудистой системы футболистов по результатам эхокардиографии / Е.В. Быков, О.В. Балберова, Е.А. Сазонова, Е.Г. Сидоркина // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_3.

20. Татарина А.Ю. Тканевая доплерография в оценке диастолической функции миокарда левого желудочка у спортсменов / А.Ю. Татарина А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – № 4. – С. 57-61.

References

1. Bykov E.V. Building a training process based on improving methods for controlling the functional state and taking into account genetic factors: a monograph / E.V. Bykov, N.G. Zinurova, A.V. Chipyshev O.I. Kolomiets, E.V. Lekontsev // Chelyabinsk: Ural Academy. – 2018. – 130 p.

2. Kalinina I.N. Features of the functioning of the blood circulation system of mass-degree soccer players / I.N. Kalinina, V.A. Blinov, L.G. Bajmakova, O.A. Blinov // Theory and Practice of Physical Culture. – 2015. – № 7. – P. 15-17.

3. Mavliev F.A. Features of cardiohemodynamics of young hockey players aged 10-11 years / F.A. Mavliev, F.R. Zotova, A.S. Samsykin // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2012. – № 11(93). – P. 81-86.

4. Kudrya O.N. Adaptation of the cardiovascular system of athletes to loads of different direction / O.N. Kudrya, L.E. Belova, L.V. Kapilevich // Bulletin of the Tomsk State University. – 2012. – № 356. – P. 162-166.

5. Burr J.F. Influence of Active Recovery on Cardiovascular Function During Ice Hockey / J.F. Burr, J.T. Slyszy, M.S. Boulter, D.E. Warburton // Sports Med Open. – 2015. – № 1(1) – P. 27. DOI: 10.1186/s40798-015-0026-8.

6. Iordanskaya F.A. Monitoring of special performance of elite soccer players / F.A. Iordanskaya // Bulletin of Sports Science. – 2013. – № 5. – P. 66-75.

7. Agapov K.M. Features of the indicators of development of general endurance of elite soccer players / K.M. Agapov, A. Mokhov, A.N. Berdnikov, V.A. Zakharov // Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University. – 2018. – № 1(155). – P. 14.

8. Ashmarin D.V. Adaptation of the cardiovascular system of soccer players aged 13-14 years to speed and strength loads / D.V. Ashmarin // Modern Problems of Science and Education. – 2012. – № 6. – P. 570-573.

9. Vonarshenko A.P. Features of blood circulation regulation in athletes of game sports in the training period / A.P. Vonarchenko, K.I. Zasyadko, O.V. Pankratov, E.A. Flenov // Health for All: collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference, May 19-20, 2011 / Palessie State University. – Pinsk. – 2011. – P. 20-23.

10. Minina E.N. Identification of diagnostic informational content of phasographic indicators of electric activity of the heart in the assessment of the functional reserve in athletes / E.N. Minina, A.G. Lastovetskij // Bulletin of New Medical

Technologies. Electronic publication. – 2020. – № 4(14). – P. 81-88. DOI:10.24411/2075-4094-2020-16718.

11. Ivyanskij S.A. Modern ideas about myocardial remodeling in young athletes / S.A. Ivyanskij, L.A. Balykova, A.N. Urzyaeva, N.V. Shchekina // *Science and Sports: Modern Tendencies*. – 2013. – № 1-1(1). – P. 80-88.

12. Talibov A.H. The dependence of echocardiographic indicators on the age and experience in sports / A.H. Talibov // *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*. – 2013. – № 8(102). – P. 175-179.

13. Francavilla C.V. Influence of Football on Physiological Cardiac Indexes in Professional and Young Athletes / C.V. Francavilla, F. Sessa, M. Salerno, G.D. Albano, I. Villano G. Messina, F. Triolo, L. Todaro, M. Ruberto, G. Marsala, O. Cascio, M.P. Mollica, V. Monda // *Frontiers in Physiology*. – Feb 28, 2018. – № 9. – P. 153. DOI: 10.3389/fphys.2018.00153.

14. Kallaur E.G. Approaches to diagnosing pathological transformation of the heart in elite athletes / E.G. Kallaur, V.V. Marinich, V.V. Shantarovich // *Perm' Medical Journal*. – 2014. – № 6(31). – P. 91-104.

15. Kuliev F.A. Echocardiographic indicators of the functional state of the left ventricle in young people engaged in professional soccer / F.A. Kuliev, U.E. Mekhtiev, A.F. Zejnalov, S.S. Ismajilova // *World of Medicine and Biology*. – 2013. – № 4-2(42). – P. 32-35.

16. Galanti G. Left ventricular remodeling and the athlete's heart, irrespective of quality load training / G. Galanti, L. Stefani, G. Mascherini, V. Di Tante, L. Toncelli // *Cardiovasc Ultrasound*. – Nov 17, 2016. – № 14(1). – № 46. DOI: 10.1186/s12947-016-0088-x.

17. Mavliev F.A. Dynamics of cardiohemodynamic indicators of hockey players in the preparatory period of the macrocycle / F.A. Mavliev, F.R. Zotova, A.S. Nazarenko, E.N. Gerasimov, D.A. Shatunov // *Bulletin of Sports Science*. – 2015. – № 2. – P. 31-35.

18. Achkasov E.E. Morphological and functional features of the blood circulation system in sports veterans and active athletes / E.E. Achkasov, E.V. Mashkovskij, O.T. Bogova, Sh. Vulkan // *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. – 2014. – № 5(69). – P. 34-39.

19. Bykov E.V. Features of the morphofunctional state of the cardiovascular system of soccer players according to the results of echocardiography / E.V. Bykov, O.V. Balberova, E.A. Sazonova, E.G. Sidorkina // *Modern Issues of Biomedicine*. – 2021. – Vol. 5. – № 2(15). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_3.

20. Tatarinova A.Yu. Tissue doppler ultrasonography in the assessment of the diastolic function of the left ventricular myocardium in athletes / A.Yu. Tatarinova,

A.V. Smolenskij, A.V. Mikhailova // Bulletin of New Medical Technologies. – 2013. – № 4. – P. 57-61.

Сведения об авторах: **Евгений Витальевич Быков** – доктор медицинских наук, профессор, проректор по НИР, директор НИИ олимпийского спорта, зав. кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru; **Ксения Сергеевна Кошкина** – лаборант-исследователь НИИ олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск; **Елена Геннадьевна Сидоркина** – научный сотрудник НИИ олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск; **Ольга Владиславовна Балберова** – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск.

Information about the authors: **Evgenij Vital'evich Bykov** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research Projects, Director of the SRI of Olympic Sports, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru; **Ksenia Sergeevna Koshkina** – Junior Researcher at the SRI of Olympic Sports, the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk; **Elena Gennad'evna Sidorkina** – Researcher of the SRI of Olympic Sports, the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk; **Ol'ga Vladislavovna Balberova** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the SRI of Olympic Sports, the Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk.