

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОКАЗАТЕЛИ ДЕФОРМАЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА СПОРТСМЕНОВ ПО ДАННЫМ SPECKLE TRACKING ЭХОКАРДИОГРАФИИ

О.А. Дробязко^{1*}, О.С. Чумакова^{1,2}, Д.А. Затейщиков^{1,2}, Е.Г. Челомбитько¹, М.Н. Алехин^{2,3}

¹ Федеральное научно-клиническое центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России, 115682, Российская Федерация, Москва, Ореховый б-р, 28

² Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, 121359, Российская Федерация, Москва, ул. Маршала Тимошенко, 19, стр. 1а

³ Центральная клиническая больница с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации, 121359, Российская Федерация, Москва, ул. Маршала Тимошенко, 15

Цель работы: проведение сравнительной оценки различных показателей деформации миокарда левого желудочка — ЛЖ (продольной, циркулярной и радиальной) и скручивания ЛЖ, используя speckle tracking эхокардиографию, у профессиональных спортсменов в зависимости от вида нагрузки.

Материал и методы. У 146 профессиональных спортсменов была проведена неинвазивная оценка систолической деформации миокарда ЛЖ в различных направлениях. В качестве группы контроля были обследованы 22 спортсмена, занимающихся боулингом.

Результаты. У спортсменов-велосипедистов в 31,7% случаев у мужчин и в 29,5% у женщин выявлялась эксцентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ. Значения глобальной продольной деформации были ниже 18% у спортсменов-мужчин из групп велоспорта-ВМХ, велоспорта-шоссе (17,70±2,40%, 17,50±2,39%). Показатели циркулярной апикальной и циркулярной глобальной деформации были ниже в группе велоспорта-ВМХ (мужчины) по сравнению с группой боулинга (14,50±6,23, 14,70±6,42 и 18,40±6,32, 16,90±6,43%, $p<0,01$).

Ключевые слова: speckle tracking эхокардиография, деформация, гипертрофия миокарда, спортсмены

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Для цитирования: Дробязко О.А., Чумакова О.С., Затейщиков Д.А., Челомбитько Е.Г., Алехин М.Н. Структурно-функциональные особенности и показатели деформации левого желудочка сердца спортсменов по данным speckle tracking эхокардиографии. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(1):48–53.
<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-48-53>

ECHOCARDIOGRAPHY-BASED STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES AND INDICATORS OF THE LEFT VENTRICULAR DEFORMATION IN ATHLETES

Olga A. Drobyazko^{1*}, Olga S. Chumakova^{1,2}, Dmitriy A. Zateishikov^{1,2}, Ekaterina G. Chelombitko¹, Mikhail N. Alekhin^{2,3}

¹ Federal Scientific Clinical Center of the Specialized Types of Medical Care and Medical Technology FMBA of Russia, 28, Orekhovyy blvd., Moscow, 115682, Russian Federation

²Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, 19, bldg 1A, Marshal Timoshenko str., Moscow, 121359, Russian Federation

³Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, 15, Marshal Timoshenko str., Moscow, 121359, Russian Federation

Objective: To study the effect of intense physical exertion on the normal physiology of the left ventricle (LV).

Material and Methods. 146 professional athletes underwent a non-invasive assessment of LV systolic deformity in various directions. As a control group, 22 bowling athletes were surveyed.

Results. In cyclists, eccentric hypertrophy of the LV myocardium was detected in 31.7% of men and in 29.5% of women. The values of global longitudinal strain were below 18% in male athletes from the cycling-BMX and cycling-highway groups ($17.70 \pm 2.40\%$ and $17.50 \pm 2.39\%$, respectively). Indicators of circular apical and circular global deformation were significantly lower in the group of cycling-BMX (men) compared with the corresponding values in the bowling group ($14.50 \pm 6.23\%$ and $14.70 \pm 6.42\%$; $18.40 \pm 6.32\%$ and $16.90 \pm 6.43\%$, respectively, $p < 0.01$).

Keywords:	speckle-tracking echocardiography, deformation, myocardial hypertrophy, athletes
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned
For citation:	Drobyazko O.A., Chumakova O.S., Zateishikov D.A., Chelombitko E.G., Alekhin M.N. Echocardiography-Based Structural and Functional Features and Indicators of the Left Ventricular Deformation in Athletes. The Siberian Medical Journal. 2019;34(1):48–53. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-48-53

Введение

Высокоинтенсивные тренировки у профессиональных спортсменов способны приводить к структурно-функциональным изменениям в их сердечно-сосудистой системе.

В отличие от патологических процессов, которые происходят в сердце человека вследствие заболеваний, в сердце спортсмена происходит адаптивное ремоделирование сердечной ткани для выполнения повторяющихся физических перегрузок [1]. Ремоделирование сердца может быть различным в зависимости от вида спорта. Преобладающие динамические (на выносливость) виды спорта, такие как бег на длинные дистанции, лыжные гонки, езда на велосипеде, требуют быстрого и объемного кровоснабжения работающих мышц. Это достигается за счет увеличения сердечной преднагрузки, которая, как правило, может привести к эксцентрической гипертрофии желудочков (пропорциональному расширению камер [2] и увеличению толщины стенки желудочков [3]). В таких видах спорта, как тяжелая атлетика, боевые искусства, бобслей, толкание ядра, преобладают высокостатические нагрузки. Это сопровождается увеличенной постнагрузкой, что приводит к утолщению стенок левого желудочка (ЛЖ) при отсутствии его дилатации с развитием концентрической гипертрофии [4, 5].

Однако гипертрофия миокарда у спортсменов высокой квалификации встречается в среднем только в 2% случаев и преимущественно у мужчин [6].

Развитие современных ультразвуковых технологий привело к появлению совершенно иных подходов к оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы, которые позволяют выявлять минимальные изменения функции сердца. Одной из таких технологий является speckle tracking эхокардиография, которая позволяет неинвазивно выполнять количественную оценку глобальной и региональной функции миокарда на основе ее деформации [7].

Целью работы было проведение сравнительной оценки различных показателей деформации миокарда ЛЖ (продольной, циркулярной и радиальной) и скручивания ЛЖ, используя

speckle tracking эхокардиографию, у профессиональных спортсменов в зависимости от вида нагрузки.

Материал и методы

В исследование были включены 146 профессиональных спортсменов (средний возраст — $21,40 \pm 4,98$ года), из них 76 (52%) женщины, представителей 5 видов спорта [велоспорт-трек ($n=42$), велоспорт-шоссе ($n=31$), велоспорт-маунтинбайк ($n=25$), велоспорт-BMX ($n=26$) и боулинг ($n=22$)]. Все спортсмены на момент включения в исследование являлись членами сборных Российской Федерации и проходили углубленное медицинское обследование на базе Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России (ФГБУ ФНКЦ ФМБА России). Все спортсмены подписали информированное согласие. Работа была одобрена локальным этическим комитетом ФГБУ ФНКЦ ФМБА России.

Эхокардиография

Трансторакальную эхокардиографию (ЭхоКГ) проводили на ультразвуковом оборудовании VIVID-7 с мультисекторным фазированным датчиком 3S (1,7–4,0 МГц) с параллельной записью электрокардиограммы (ЭКГ). Основные позиции двухмерного изображения записывали из парастернального доступа по длинной и короткой оси из верхушечного доступа на 2 (A2C), 4 (A4C) камеры и по длинной оси (LAX). Определение конечного систолического (КСО) и конечного диастолического объемов (КДО) левых камер сердца проводили методом дисков. Расчет фракции выброса (ФВ) ЛЖ осуществляли по формуле: $ФВ ЛЖ = (КДО - КСО) / КДО \times 100\%$. Массу миокарда ЛЖ рассчитывали 2D методом, нормальными значениями индекса массы миокарда ЛЖ (ИММ ЛЖ) принимались значения менее 88 г/м^2 у женщин и менее 102 г/м^2 у мужчин [8, 9].

Геометрия ЛЖ каждого спортсмена была отнесена к одному из 4 типов: концентрической или эксцентрической гипертрофии (относительная толщина стенки — $OTC >$ или $< 0,42$ соответственно при увеличенном ИММ ЛЖ), концен-

трическому ремоделированию (ОТС>0,42 при нормальном ИММ ЛЖ) или норме.

Оценка деформации миокарда ЛЖ

Всем спортсменам проводилась оценка деформации ЛЖ в продольном, радиальном направлении по окружности на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки по короткой оси ЛЖ. Скручивание (Twist) ЛЖ оценивали по стандартной методике. Оценку деформации ЛЖ на основе отслеживания пятен серой шкалы (speckle tracking) осуществляли с использованием программного обеспечения рабочей станции General Electric. Сегментарную оценку деформации ЛЖ проводили по видеоизображениям, зарегистрированным из апикальной позиции на уровне 2 и 4 камер (A2C, A4C) и по длинной оси ЛЖ (LAX). Частота кадров поддерживалась в интервале 40–80 в секунду. Трассировку полости ЛЖ по границе эндокарда проводили вручную в конце систолы, после чего миокард ЛЖ автоматически разбивали на 6 сегментов в каждой позиции. Затем вновь вручную выполняли корректировку ширины и формы зоны интереса, после чего программа автоматически рассчитывала значения деформации для каждого сегмента ЛЖ. Сегменты с неоптимальной визуализацией исключались из расчетов программой или исследователем. В результате усреднения всех значений получали показатели глобальной продольной деформации для каждой из трех позиций (GLPS_A2C, GLPS_A4C и GLPS_LAX), а также глобальную продольную деформацию для всего ЛЖ (GLPS_Avg) в виде «бычьего глаза». Значения радиальной и циркулярной деформации миокарда ЛЖ рассчитывались по видеоизображениям короткой оси на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программы SPSS 17.0. Количественные данные представляли в виде средних значений ± стандартное отклонение (M±SD).

При оценке различий количественных показателей использовали критерий Манна — Уитни с поправкой Бонферрони, статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Увеличение ИММ ЛЖ было выявлено у 35 мужчин (55,6%) и 20 женщин (32,7%) в группе велоспорта. У 20 (31,7%) мужчин была выявлена эксцентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ (ОТС≤0,42), у 15 мужчин — концентрическая гипертрофия (ОТС>0,42), у 3 мужчин выявлено концентрическое ремоделирование, у 25 мужчин (39,6%) — нормальная геометрия ЛЖ. В группе женщин эксцентрическая гипертрофия была определена у 18 (29,5%), концентрическая гипертрофия — у 2, у 41 (67,2%) спортсменки была нормальная геометрия ЛЖ. Таким образом, у спортсменов-велосипедистов выявлялась преимущественно эксцентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ. В группе боулинга гипертрофии миокарда ЛЖ не выявлено.

Группы спортсменов велоспорта и боулинга не различались по половому составу, средним показателям возраста, роста и веса, ФВ (табл. 1). Показатели ЛЖ у спортсменов, занимающихся велоспортом, отличались от соответствующих показателей спортсменов, занимающихся боулингом ($p < 0,05$). Эти различия наблюдались для таких структурных показателей, как КДО (153,8±28,5 мл — велоспорт-шоссе, 132,0±28,7 мл — велоспорт-трек и 103,0±28,3 мл — группа боулинга соответственно); КДР ЛЖ, толщина стенок ЛЖ были в большей степени выражены среди спортсменов-мужчин. У всех групп спортсменов-велосипедистов (мужчин и женщин) был значимо выше показатель ИММ ЛЖ. Наиболее выраженные структурные изменения наблюдались в группах спортсменов, занимающихся велоспортом-ВМХ и велоспортом-шоссе, то есть в наиболее нагрузочных видах спорта.

Снижение продольной систолической деформации ниже 18% было зарегистрировано у мужчин-велосипедистов из подгрупп ВМХ и велоспорт-шоссе (табл. 2). Однако при сравнении значений глобальной продольной деформации у групп велоспорта с группой боулинга статистически значимых различий выявлено не было. У спортсменов-мужчин значения глобальной продольной систолической деформации были меньше по сравнению со спортсменами-женщинами, но они также не были значимыми.

Таблица 1. Основные эхокардиографические показатели ЛЖ у спортсменов (M±σ)

Table 1. Main echocardiography characteristics of the left ventricle in athletes (M±σ)

Вид спорта	Велоспорт-маунтинбайк		Велоспорт-трек		Велоспорт-ВМХ		Велоспорт-шоссе		Боулинг	
	м (11)	ж (14)	м (20)	ж (22)	м (13)	ж (13)	м (19)	ж (12)	м (7)	ж (15)
Пол (n)	м (11)	ж (14)	м (20)	ж (22)	м (13)	ж (13)	м (19)	ж (12)	м (7)	ж (15)
Возраст, лет	20,9±5,1	20,6±4,9	21,0±5,0	20,6±4,9	20,2±4,9	17,7±4,8	21,5±5,0	24,2±5,0	24,5±5,3	22,1±5,0
Площадь поверхности тела, м ²	1,79±0,24	1,59±0,25	2,02±0,24	1,66±0,25	1,97±0,24	1,67±0,24	1,91±0,24	1,62±0,24	1,99±0,24	1,69±0,2
КДР ЛЖ, см	5,30±0,44*	4,80±0,44	5,20±0,43	4,70±0,40	5,40±0,40*	4,80±0,44	5,50±0,43	4,80±0,44*	4,80±0,42	4,60±0,44
КДО ЛЖ, мл	122,0±28,5*	92,0±28,3*	132,0±28,7*	98,0±28,3	128,0±28,6*	92,4±28,5	153,8±28,5*	96,0±28,6	103,0±28,3	88,0±28,8
ФВ ЛЖ, %	58,1±4,2	60,0±4,0	60,1±4,2	62,0±4,2	58,1±4,2	61,2±4,1	56,7±4,1*	62,0±4,0	61,4±4,0	63,4±4,0
ИММ ЛЖ, г/м ²	107,5±16,0*	88,9±16,5*	100,1±17,2*	84,0±16,9*	88,2±17,1	82,5±17,1*	116,1±17,1*	90,4±17,4*	71,8±16,9	69,9±17,0
Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу, см	1,10±0,15*	0,94±0,15*	1,08±0,15*	0,87±0,10	1,01±0,14	0,86±0,15	1,11±0,14*	0,89±0,15	0,89±0,14	0,83±0,14
Толщина задней стенки в диастолу, см	1,06±0,12*	0,92±0,14	1,06±0,13*	0,85±0,13	0,97±0,13	0,87±0,13	1,07±0,13*	0,89±0,13	0,90±0,13	0,83±0,13

Примечание: * — при $p < 0,05$ по сравнению с соответствующей по полу группой боулинга.

Note: * $p < 0.05$ compared with the corresponding gender-adjusted group of bowling.

Таблица 2. Показатели деформации с использованием speckle tracking эхокардиографии (STE) у спортсменов (M±σ)

Table 2. Parameters of deformation based on the use of speckle tracking echocardiography (STE) in athletes (M±σ)

Вид спорта	Велоспорт-маунтинбайк		Велоспорт-трек		Велоспорт-ВМХ		Велоспорт-шоссе		Боулинг	
	IIIC		IIIC		IIIC		IIIC		IA	
Группа по Mitchell										
Пол (n)	м (11)	ж (14)	м (20)	ж (22)	м (13)	ж (13)	м (19)	ж (12)	м (7)	ж (15)
Продольная деформация, глобальная, %	18,50±2,39	20,20±2,40	19,60±2,40	20,20±2,46	17,70±2,40	19,70±2,46	17,50±2,39	19,90±2,43	20,60±2,39	20,80±2,43
Циркулярная деформация, базальная, %	17,50±6,97	17,90±6,98	17,20±7,13	17,40±6,97	15,20±7,11	17,00±7,00	15,60±7,24	16,20±7,06	15,60±7,21	17,70±7,18
Циркулярная деформация, апикальная, %	18,30±6,28	17,60±6,29	19,70±6,36	18,10±6,28	14,50±6,23*	17,50±6,23	18,00±6,28	17,10±6,20	18,40±6,32	16,60±6,27
Циркулярная деформация, глобальная, %	17,70±6,38	17,90±6,39	18,10±6,47	17,20±6,38	14,70±6,42*	16,90±6,37	16,20±6,50	16,50±6,38	16,90±6,43	16,80±6,46
Радиальная деформация, глобальная, %	38,60±17,70*	48,70±18,30	37,40±17,68	40,70±17,65	31,00±17,61	34,30±17,50	40,50±17,78*	37,70±17,59	32,20±17,90	36,60±17,70
Скручивание (TWIST),°	7,60±3,30	8,10±3,18	8,90±3,29	7,30±3,28	8,60±3,20	6,30±3,25	8,70±3,20	7,90±3,20	8,30±3,10	6,90±3,18

Примечание: * — при p<0,05 по сравнению с соответствующей по полу группой боулинга.
Note: * p<0.05 compared with the corresponding gender-adjusted group of bowling.

Показатели циркулярной апикальной и циркулярной глобальной деформации были статистически значимо ниже в группе велоспорт-ВМХ (мужчины) по сравнению с группой боулинга (p<0,05). Показатели глобальной радиальной деформации были статистически значимо выше в группах велоспорт-маунтинбайк и велоспорт-шоссе у мужчин по сравнению с группой боулинга (p<0,05). Показатели скручивания в группах велоспорта и боулинга статистически значимо не отличались.

Обсуждение

В нашем исследовании проводилось изучение влияния интенсивных физических нагрузок на работу ЛЖ. Согласно классификации J.H. Mitchell [10], к видам спорта, в которых сочетается максимальная динамическая и статическая нагрузка, относятся бокс, каноэ, велоспорт, гребля, конькобежный спринт и ряд других. В противоположность перечисленным видам выделяют низкоинтенсивный по обоим компонентам спорт, к которому относят крикет, боулинг, гольф, йогу и ряд других. Таким образом, сравнение структурно-функциональных особенностей ЛЖ сердца проводилось между спортсменами, занимающимися велоспортом и боулингом, которые входят в прямо противоположные группы как по динамической, так и статической нагрузкам (IIIC и IA группы по классификации J.H. Mitchell).

Значения глобальной продольной деформации были снижены у спортсменов из группы велоспорта (велоспорт-шоссе, велоспорт-ВМХ). Это группа спортсменов, занимающихся длительными динамическими нагрузками — нагрузками на выносливость. В группе этих спортсменов у 55,6% мужчин и 45,9% женщин выявлялась гипертрофия миокарда ЛЖ. По данным A. Santoro et al. (2015) [11], значения глобальной продольной деформации у велосипедистов были снижены и составили 16,5±1,7%, что сопоставимо с нашими данными. По

данным E. Donal et al. (2010) [12], значения глобальной продольной деформации у спортсменов-велосипедистов составили 17,0±1,3%, однако в сравнении с группой контроля (здоровые добровольцы, сопоставимые по возрасту) значения не были снижены, что совпадает с нашими данными. Также не были снижены значения глобальной продольной деформации у велосипедистов и по данным A.T. Cote et al. (2013) [13].

Наша работа имела отличия от других подобных исследований. Во-первых, мы сопоставили структурно-функциональные характеристики ЛЖ спортсменов-велосипедистов не с контрольной группой здоровых лиц [11] или лиц, ведущих сидячий образ жизни [12], а со спортсменами же, но не имеющими высоких динамических и статических нагрузок. Все подгруппы велоспорта относятся к одной категории по J.H. Mitchell, однако в нашем исследовании они различались между собой, что вполне объяснимо. Велосипедисты, занимающиеся шоссейными гонками, имеют самые тяжелые нагрузки по сравнению с велоспортом-ВМХ и велоспортом-маунтинбайк. Велогонки на шоссе иногда длятся до недели, что требует от спортсменов повышенной выносливости и увеличения ударного объема ЛЖ, что ведет к увеличению КДО и эксцентрической гипертрофии ЛЖ, а также снижению продольной деформации в этой группе спортсменов.

Таким образом, согласно полученным нами данным, можно предположить, что характер изменений деформации ЛЖ у спортсменов, занимающихся велосипедным спортом, может быть обусловлен структурными изменениями исходной длины ЛЖ и толщины стенок. В результате эксцентрической перестройки ЛЖ у спортсменов-велосипедистов происходит увеличение исходной (диастолической) длины ЛЖ в продольном и циркулярном направлениях, что может приводить к снижению продольной и циркулярной деформации, так как это относительная величина. Радиальная деформация увеличивается

за счет меньшей исходной (диастолической) толщины стенки на фоне эксцентрической перестройки ЛЖ, так как это также относительная величина. Это лишь предположение, и оно требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. У спортсменов элитного уровня с высокими динамическими и статическими нагрузками (велосипедисты) в 31,7% случаев у мужчин и в 29,5% у женщин выявлялась эксцентрическая гипертрофия ЛЖ.

Литература

1. Солодков А.С., Судзиловский Ф.В. Адаптивные и морфофункциональные перестройки в организме спортсменов. *Теория и практика физической культуры*. 1996;7:44–48.
2. King G., Wood M.J. The heart of the endurance athlete assessed by echocardiography and its modalities: “embracing the delicate balance”. *Curr. Cardiol. Rep.* 2013;15(8):383. DOI: 10.1007/s11886-013-0383-1.
3. Fagard R.H. Athlete’s heart. *Heart*. 2003;89(12):1455–1461.
4. Barbier J., Ville N., Kervio G., Walther G., Carré F. Sports-specific features of athlete’s heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz*. 2006;31(6):531–543.
5. Kovacs R., Baggish A.L. Cardiovascular adaptation in athletes. *Trends Cardiovasc. Med.* 2016;26(1):46–52.
6. Rawlins J., Bhan A., Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur. J. Echocardiography*. 2009;10:350–356.
7. Хадзегова А.Б., Ющук Е.Н., Синецына И.А., Шупенина Е.Ю., Хучинаева А.М., Надина Е.В. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной гипертензии. *SonoAce Ultrasound*. 2012;24:46–51.
8. Marwick T.H., Gillebert T.C., & G.A. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension. *JASE*, 2015;28(7):1–12.

References

1. Solodkov A.S., Sudzilovsky F.V. Adaptive and morpho-functional changes in the body of athletes. *Theory and practice of physical culture*. 1996;7:44–48 (In Russ.).
2. King G., Wood M.J. The heart of the endurance athlete assessed by echocardiography and its modalities: “embracing the delicate balance”. *Curr. Cardiol. Rep.* 2013;15(8):383. DOI: 10.1007/s11886-013-0383-1.
3. Fagard R.H. Athlete’s heart. *Heart*. 2003;89(12):1455–1461.
4. Barbier J., Ville N., Kervio G., Walther G., Carré F. Sports-specific features of athlete’s heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz*. 2006;31(6):531–543.
5. Kovacs R., Baggish A.L. Cardiovascular adaptation in athletes. *Trends Cardiovasc. Med.* 2016;26(1):46–52.
6. Rawlins J., Bhan A., Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur. J. Echocardiography*. 2009;10:350–356.
7. Khadzegova A.B., Yushchuk E.N., Sinityna I.A., Shupenina E.Yu., Khuchinaeva A.M., Nadina E.V. New possibilities for assessing the functional state of the heart in arterial hypertension. *SonoAce Ultrasound*. 2012;24:46–51 (In Russ.).
8. Marwick T.H., Gillebert T.C., & G.A. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension. *JASE*, 2015;28(7):1–12.

Информация о вкладе авторов

Дробязко О.А. — написание статьи.
Чумакова О.С. — подбор и подготовка научного материала, участие в написании статьи.
Затейщиков Д.А. — разработка концепции и дизайна исследования,

2. У спортсменов-велосипедистов с высокими динамическими и статическими нагрузками регистрируется снижение глобальной продольной систолической деформации ЛЖ.

3. Показатели циркулярной апикальной и циркулярной глобальной деформации ЛЖ были статистически значимо ниже в группе велоспорта (мужчины) по сравнению с группой боулинга.

4. Показатели глобальной радиальной деформации ЛЖ были статистически значимо выше в группе велоспорта-маунтинбайк и велоспорта-шоссе у мужчин по сравнению с группой боулинга.

9. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *JASE*. 2015;28(1):1–39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
10. Mitchell J.H., Haskell W., Snell P., Van Camp S.P. Task Force 8: classification of sports. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45(8):1364–1367.
11. Santoro A., Alvino F., Antonelli G., Caputo M., Padeletti M., Lisi M., et al. Endurance and strength athlete’s heart: analysis of myocardial deformation by speckle tracking echocardiography. *J. Cardiovasc. Ultrasound*. 2014;22(4):196–204.
12. Donal E., Rozoy T., Kervio G., Schnell F., Mabo P., Carré F. Comparison of the heart function adaptation in trained and sedentary men after 50 and before 35 years of age. *Am. J. Cardiol.* 2011;108(7):1029–1037.
13. Cote A.T., Bredin S.S., Phillips A.A., Koehle M.S., Glier M.B., Devlin A.M., et al. Left ventricular mechanics and arterial-ventricular coupling following high-intensity interval exercise. *J. Appl. Physiol.* 2013;115(11):1705–1713.

9. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *JASE*. 2015;28(1):1–39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
10. Mitchell J.H., Haskell W., Snell P., Van Camp S.P. Task Force 8: classification of sports. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45(8):1364–1367.
11. Santoro A., Alvino F., Antonelli G., Caputo M., Padeletti M., Lisi M., et al. Endurance and strength athlete’s heart: analysis of myocardial deformation by speckle tracking echocardiography. *J. Cardiovasc. Ultrasound*. 2014;22(4):196–204.
12. Donal E., Rozoy T., Kervio G., Schnell F., Mabo P., Carré F. Comparison of the heart function adaptation in trained and sedentary men after 50 and before 35 years of age. *Am. J. Cardiol.* 2011;108(7):1029–1037.
13. Cote A.T., Bredin S.S., Phillips A.A., Koehle M.S., Glier M.B., Devlin A.M., et al. Left ventricular mechanics and arterial-ventricular coupling following high-intensity interval exercise. *J. Appl. Physiol.* 2013;115(11):1705–1713.

проверка интеллектуального содержания статьи.
Челомбитко Е.Г. — подготовка научных материалов.
Алехин М.Н. — руководство научной темой статьи, окончательное утверждение статьи для печати.

Сведения об авторах

Дробязко Ольга Александровна*, канд. мед. наук, врач отделения функциональной и ультразвуковой диагностики, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России.

E-mail: droa@mail.ru.

Чумакова Ольга Сергеевна, канд. мед. наук, врач-кардиолог, доцент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации; ведущий научный сотрудник лаборатории генетики, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России.

E-mail: chumakovaolga@bk.ru.

Затеищikov Дмитрий Александрович, д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории генетики, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России; заведующий кафедрой терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации.

E-mail: dz@bk.ru.

Челомбитко Екатерина Геннадьевна, врач-кардиолог кардиологического отделения нарушений ритма сердца, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России.

E-mail: caterinachelombitko@rambler.ru.

Алехин Михаил Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением функциональной диагностики, Центральная клиническая больница с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации; профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации.

E-mail: amn@mail.ru.

Information about the authors

Olga A. Drobzyazko*, Physician, Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia.

E-mail: droa@mail.ru.

Olga S. Chumakova, Cardiologist, Department of Therapy, Cardiology and Functional Diagnostics with a Course of Nephrology. Federal State Budgetary Institution of Further Professional Education Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation (FSBE TSGMA UDP RF), leading researcher of the laboratory of genetics of FSBI FSMC FMBA Russia.

E-mail: chumakovaolga@bk.ru.

Dmitrij A. Zateishikov, Ph.D., Professor, Leading Researcher, Laboratory of Genetics, FSBI FNCC FMBA Russia, Head of the Department of Therapy, Cardiology and Functional Diagnostics with a course of nephrology. Federal State Budgetary Institution of Further Professional Education Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation (FSB DPO TSGMA UDP RF), Moscow, Russia.

E-mail: dz@bk.ru.

Ekaterina G. Chelombitko, Cardiologist, Cardiology Department, Cardiac Rhythm Disorders, Federal Clinical Medical Center, Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia.

E-mail: caterinachelombitko@rambler.ru.

Mikhail N. Alekhin, Ph.D., Head of the Functional Diagnostics Department of the Central Clinical Hospital of the President of the Russian Federation, Professor of the Therapy, Cardiology and Functional Diagnostics Department with a Course of Nephrology. Federal State Budgetary Institution of Additional Professional Education Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation (FSBE TSGMA UDP RF), Moscow, Russia.

E-mail: amn@mail.ru.

Поступила 16.12.2018, принята к печати 19.03.2019
Received December 16, 2018, accepted for publication March 19, 2019