Дата публикации: 01.12.2021
DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_24
УДК 612.66; 612.17; 796

ОСОБЕННОСТИ КАРДИОРЕМОДЕЛИРОВАНИЯ, АССОЦИИРОВАННЫЕ СО СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ, У СПОРТСМЕНОВ-ПОДРОСТКОВ

В.Б. Ярышева[1,2], Д.З. Шибкова[2], П.А. Байгужин[2], В.В. Эрлих[2]
[1] ООО «Венозная эстетическая хирургия», г. Челябинск, Россия
[2]Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия

Ключевые слова: кардиоремоделирование, спортивная специализация, спортсмены-подростки, эхокардиография, единоборцы, циклические и ациклические виды спорта, корреляционные взаимосвязи.

Аннотация. В статье представлены показатели эхокардиографического обследования выборки подростков-спортсменов (n=190) со спортивным стажем от трех до пяти лет, которые были дифференцированы по полу, возрасту и направленности видов спорта. Показаны особенности ремоделирования сердца у подростков в группах единоборцев, представителей циклических и ациклических видов спорта. Выявленные у обследуемых подростков особенности кардиоремоделирования являются результатом проявления комплекса внутренних и внешних факторов: этапом онтогенетического развития; спецификой спортивной специализации; индивидуальным генетическим профилем спортсмена. Доминирование влияния одного из факторов или их сочетанное воздействие определяет специфичность «возрастного» и «спортивного» ремоделирования сердца.

FEATURES OF CARDIAC REMODELING ASSOCIATED WITH SPORTS SPECIALIZATION IN ADOLESCENT ATHLETES

V.B. Yarysheva[1,2], D.Z. Shibkova[2], P.A. Bajguzhin[2], V.V. Erlikh[2]
[1]Venous Aesthetic Surgery LLC, Chelyabinsk, Russia
[2]South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

Key words: cardiac remodeling, sports specialization, adolescent athletes, echocardiography, martial artists, cyclic and acyclic sports, correlation relationships.

Annotation. The article presents the indicators of echocardiographic examination of a sample of adolescent athletes (n=190) with sports experience from 3 to 5 years, which were differentiated by gender, age and orientation of sports. The features of cardiac remodeling in adolescents in groups of martial artists and

representatives of cyclic and acyclic sports are shown. The features of cardiac remodeling, revealed in the examined adolescents, are the result of the manifestation of a complex of internal and external factors: the stage of ontogenetic development; the specificity of sports specialization; individual genetic profile of an athlete. The dominance of the influence of one of the factors or their combined effect determines the specificity of "age" and "sports" remodeling of the heart.

Введение. Одной из важнейших проблем современной спортивной и возрастной физиологии является исследование воздействий системных занятий спортом на морфофункциональное состояние сердца, как лимитирующего органа адаптивных возможностей организма в целом. Интенсивное развитие детского и юношеского спорта в России обусловливает раннюю спортивную специализацию, которая определяет рост тренировочных нагрузок. В связи с этим актуализируются исследования влияния различных факторов воздействия на состояние здоровья атлетов, вопросы отбора в детско-юношеские спортивные школы и медико-биологического сопровождения юниоров [1-2]. Ремоделирование сердца, как биомедицинская проблема, лишь в последние годы стала активно исследоваться и привлекать внимание спортивных физиологов, что обусловлено и появлением новых методических подходов к оценке функций сердца, и внедрением современных методов диагностики различных сердечно-сосудистых заболеваний [3].

Понятие «кардиоремоделирование» обозначает процессы структурно-функциональных изменений сердца под влиянием внутренних или внешних факторов воздействия. В зарубежных публикациях ремоделирование сердца описывают как «сердечный синдром спортсмена» [4] и предлагается дифференциальная диагностика сердца спортсмена и гипертрофической кардиомиопатии [5]. Ряд авторов считает, что спортсменов необходимо выделить в отдельную группу и определить для них референсные значения эхокардиографических показателей – маркеров спортивного сердца, которые будут определять границу между адаптацией и патологией [6]. С развитием диагностических возможностей и накоплением новых знаний будут предлагаться новые критерии патологической трансформации ССС у спортсменов [7].

Цель исследования: выявление особенностей структуры и частоты кардиологических морфофункциональных изменений по показателям эхокардиографии у подростков-спортсменов группы олимпийского резерва с учетом пола и спортивной специализации.

Методы и организация исследования. Исследования проводились на подготовительном этапе тренировочного процесса. В выборку включались

подростки-спортсмены со спортивным стажем от трех до пяти лет на основе заявления о добровольном информированном согласии в участии в исследовании. Общая выборка обследованных (n=190) была дифференцирована на группы представителей циклических, ациклических видов спорта и единоборцев. Подростки, входящие в состав группы по циклическим видам спорта (n=91) были разделены по полу и возрасту на четыре подгруппы: юноши 13-15 лет (n=19) и 16-18 лет (n=22); соответственно девушки 13-15 лет (n=34) и 16-18 лет (n=16). Подростки ациклических видов спорта (n=40) были представлены: юноши 13-15 лет (n=13) и 16-18 лет (n=8); соответственно девушки 13-15 лет (n=13) и 16-18 лет (n=6). Подростки-единоборцы (n=59) были представлены соответственно: юноши 13-15 лет (n=24) и 16-18 лет (n=19); девушки 13-15 лет (n=8) и 16-18 лет (n=8).

Эхокардиография (Эхо-КГ) проводилась в горизонтальном положении, после пятиминутного отдыха на аппарате MINDRAY DC-6 с помощью микроконвексного датчика 2Р2 с фазированной решеткой (рег. № РОСС CN ИМ41ДО04379, рег. удостоверение № ФСЗ 2011/09623). В исследовании мы придерживались техники проведения Эхо-КГ, которая регламентирована следующими документами: Recommendations for the quantitative assessment of the structure and function of the heart chambers (2006); Рекомендации Европейской ассоциации эхокардиографии по стандартизации показателей, цифрового хранения и отчетности по эхокардиографии исследования (2008). Оценены следующие показатели: фракция выброса по Симпсону (ФВ, %), ударный объем (УО, мл), конечный диастолический (КДР, см) и систолический размеры (КСР, см), размер левого желудочка, размер левого предсердия (ЛП, см), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП, см) и задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ, см), диаметр аорты (см), легочной артерии (см), масса миокарда (г), митрально-септальная сепарация (EPSS, мм). В зависимости от площади тела рассчитывались индексы конечного диастолического размера (ИКДР, мм/м^2), индекс массы миокарда (ИММ, г/м^2), вычисляли относительную толщину стенок сердца (ОТС, усл. ед.).

В качестве контрольных показателей для сравнения с данными общей выборки использовали нормативные параметры Эхо-КГ в зависимости от пола и возраста [8].

Статистический анализ результатов проводился с применением пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics v. 23. С целью определения отличия значений исследуемых показателей от нормального их распределения применяли W-критерий Шапиро-Уилка. Для проверки статистической значимости полученных данных использовались непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Исследование корреляционных взаимосвязей

осуществляли посредством анализа коэффициента ранговой корреляции Спирмена. В качестве критического уровня значимости принимали уровень $p<0,05$. Полученные данные в таблицах представлены в виде медианы и 25- и 75-й центилей (Me; 25-75%).

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 представлены медианные значения показателей Эхо-КГ обследования подростков-спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, дифференцированных по полу и возрасту. Анализ Эхо-КГ показателей внутри возрастной группы 13-15 лет между юношами и девушками выявил статистически значимые различия по ряду показателей: КСР ($U=194$ при $p=0,017$); ИММ ($U=182,5$ при $p=0,009$) и показателю EPSS$U=217,5$ при $p=0,044$. На правах тенденции различия были установлены по диаметру аорты ($U=227,5$ при $p=0,072$). Различия между юношами и девушками старшей возрастной группы 16-18 лет выявлены только по одному показателю – КДР ЛЖ ($U=86$ при $p=0,008$).

Таблица 1

Показатели эхокардиограммы подростков-спортсменов представителей циклических видов спорта (Me (25-75%))

Параметр, ед. изм.	Юноши		Девушки	
	13-15 (n=19)	16-18 (n=22)	13-15 (n=34)	16-18 (n=16)
Размер ЛП, см	3,22 (2,90-3,59)	3,09 (2,80-3,58)	3,10 (2,70-3,25)	3,25 (2,78-3,51)
КДР ЛЖ, см	4,80 (4,47-5,30)	5,08 (4,80-5,41)	4,55 (4,23-4,99)	4,40 (4,06-4,86)
КСР ЛЖ, см	2,20 (2,00-2,84)	2,20 (2,00-2,88)	1,75 (1,40-2,35)	2,22 (1,50-2,49)
ФВ, %	68,00 (65,00-78,50)	73,50 (66,50-79,00)	75,50 (66,00-85,75)	70,50 (66,00-74,50)
ФС, %	38,00 (35,50-44,00)	40,50 (34,75-54,75)	45,50 (36,00-72,00)	39,50 (35,25-55,50)
ДА, см	2,13 (2,00-2,28)	2,00 (1,93-2,32)	2,00 (1,96-2,10)	2,05 (1,93-2,31)
ДЛА, см	1,82 (1,70-1,91)	1,90 (1,80-2,00)	1,88 (1,73-2,00)	1,78 (1,70-1,98)
ММ, г	147,00 (112,00-170,00)	145,00 (105,75-190,25)	103,00 (82,00-133,75)	115,50 (77,25-152,25)
ОТС ЛЖ, усл. ед.	86,00 (68,50-100,00)	86,00 (59,50-103,75)	66,50 (52,25-83,00)	81,00 (67,25-97,50)
EPSS, мм	0,34 (0,21-0,40)	0,35 (0,23-0,46)	0,30 (0,24-0,42)	0,36 (0,29-0,44)

Продолжение таблицы 1

ИКДР, у.е.	3,00 (2,00-4,50)	3,00 (2,00-5,00)	3,50 (3,00-5,70)	3,00 (2,75-5,00)
УО, мл	27,61 (24,98-31,08)	27,14 (24,24-28,72)	28,57 (25,72-31,97)	27,50 (26,01-29,71)

Примечание: уровень значимости различий: * – внутри возрастной группы между юношами и девушками; + – между девушками сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет; то же, между юношами разных возрастных групп; ДЛА – давление в легочной артерии; ФС – фракция сокращения; ДА – диаметр аорты

Показатели эхокардиограммы юных спортсменов – представителей ациклических видов спорта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели эхокардиограммы юных спортсменов – представителей ациклических видов спорта (Me (25-75%))

Параметр, ед. изм.	Юноши		Девушки	
	13-15 (n=13)	16-18 (n=8)	13-15 (n=13)	16-18 (n=6)
Размер ЛП, см	2,56 (2,0-3,0)	2,70 (2,05-2,90)	2,89 (2,70-3,20)	2,45 (2,25-2,95)
КДР ЛЖ, см	4,50 (3,90-5,00)	4,80 (4,23-5,20)	4,40 (4,00-4,70)	3,75 (3,63-4,03)
КСР ЛЖ, см	1,70 (1,50-2,10)	1,50 (1,20-1,63)	1,50 (1,30-1,70)	1,40 (1,40-1,48)
ФВ, %	66,00 (64,00-70,00)	74,50 + (72,00-78,75)	68,00 (68,00-72,00)	76,00 + (75,00-77,75)
ФС, %	34,00 (33,00-36,00)	44,50 + (36,00-58,50)	35,00 (32,00-37,00)	42,00 (34,50-44,25)
ДА, см	1,80 (1,30-1,90)	1,65 (1,50-1,78)	1,80 (1,60-1,94)	1,85 (1,63-2,00)
ДЛА, см	1,54 (1,45-1,73)	1,70 (1,59-4,60)	1,90 * (1,70-1,90)	1,90 (1,65-2,00)
ММ, г	67,00 (54,00-94,00)	80,00 (70,75-126,75)	86,00 (66,00-95,00)	68,00 (65,5-96,75)
ОТС ЛЖ, усл. ед.	0,23 (0,20-0,31)	0,26 (0,24-0,31)	0,27 (0,24-0,40)	0,37 (0,30-0,40)
EPSS, мм	5,00 (4,00-5,00)	5,00 (4,00-6,00)	5,00 (3,00-6,00)	4,00 (2,25-5,00)
ИКДР, у.е.	31,51 (27,86-33,96)	26,42 + (25,32-29,18)	28,57 (26,47-31,91)	24,70 (23,89-32,92)
УО, мл	39,00 (33,00-46,00)	56,00 + (48,50-74,00)	45,00 (40,00-51,00)	42,50 (27,25-45,75)

Примечание: уровень значимости различий: * – внутри возрастной группы между юношами и девушками; + – между девушками сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет; то же, между юношами разных возрастных групп; ДЛА – давление в легочной артерии; ФС – фракция сокращения; ДА – диаметр аорты

По показателям эхокардиограммы между юношами сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет выявлены различия по следующим параметрам: ФВ, % (U=10,5 при p=0,003); ФС, % (U=15,5 при p=0,008); ДЛА,

см (U=28 при p=0,08); ИКДР, у.е. (U=21 при p=0,025); УО, мл (U=17 при p=0,011).

Между девушками двух сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет было выявлено только одно различие по параметру ФВ, % (U=16,5 при p=0,047).

Данные таблицы 2 указывают на наличие статистически значимых половых различий внутри возрастной группы 13-15 лет между юношами и девушками, занимающимися ациклическими видами спорта, по показателям ДЛА, см (U=43 при p=0,032). Различия внутри возрастной группы 16-18 лет между юношами и девушками выявлены на правах тенденции по следующим параметрам: КДР ЛЖ, см (U=9,5 при p=0,061), ОТС ЛЖ, усл. ед. (U=11 при p=0,093), УО, мл (U=11 при p=0,093).

Далее, в таблице 3 представлены параметры Эхо-КГ юных спортсменов, занимающихся единоборствами.

Таблица 3

Показатели эхокардиограммы юных спортсменов, занимающихся единоборствами (Me (25-75%))

Параметр, ед. изм.	Юноши		Девушки	
	13-15 (n=24)	16-18 (n=19)	13-15 (n=8)	16-18 (n=8)
Размер ЛП, см	2,70 (2,48-3,30)	2,70 (2,40-2,85)	2,85 (2,68-3,35)	3,10* (2,98-3,45)
КДР ЛЖ, см	4,85 (4,33-5,20)	5,20 (4,80-5,70)	4,50 (3,95-5,13)	4,35* (4,23-4,83)
КСР ЛЖ, см	1,95 (1,68-2,23)	2,00 (1,80-2,30)	1,60 (1,30-1,90)	1,75 (1,08-1,98)
ФВ, %	69,50 (66,50-75,00)	72,00 (65,50-81,50)	81,00 (68,25-88,00)	70,15 (67,25-77,75)
ФС, %	36,45 (30,00-42,25)	58,00 + (35,5-72,00)	63,00 (35,5-64,5)	42,50 (37,43-61,75)
ДА, см	1,80 (1,38-2,01)	2,00 (1,70-2,05)	2,00 (1,98-2,00)	2,00 (1,98-2,03)
ДЛА, см	1,60 (1,60-1,90)	1,70 (1,60-1,90)	1,80 (1,73-2,00)	1,90 (1,80-2,00)
ММ, г	90,00 (74,00-96,25)	104,00 + (92,50-124,00)	74,50 (54,50-105,25)	94,00 (78,75-101,75)
ОТС ЛЖ, усл. ед.	0,25 (0,20-0,33)	0,22 (0,21-0,35)	0,28 (0,25-0,30)	0,29 (0,28-0,31)
EPSS, мм	5,00 (3,75-6,00)	6,00 (4,50-6,00)	3,50 (2,75-5,00)	3,50 (2,00-5,85)
ИКДР, у.е.	31,89 (27,63-34,34)	29,59 (26,30-31,22)	29,70 (27,89-32,00)	28,35 (25,57-30,20)
УО, мл	45,50 (34,50-62,25)	60,00 (43,00-79,00)	56,50 (38,50-61,00)	50,00 (39,50-57,50)

Примечание: уровень значимости различий: * – внутри возрастной группы между юношами и девушками; + – между девушками сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет; то же, между юношами разных возрастных групп; ДЛА – давление в легочной артерии; ФС – фракция сокращения; ДА – диаметр аорты

Согласно представленным в таблице данным, различия выявлены между юношами сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет по следующим параметрам: ФС (U=124,5 при p=0,011), ММ, г (U=127 при p=0,013). Статистической значимости не достигли различия по УО объему крови, мл (U=157,5 при p=0,085).

Между параметрами ЭХО-КГ у девушек сравниваемых возрастных групп 13-15 и 16-18 лет различий не выявлено. Также не выявлены статистически значимые различия внутри возрастной группы 13-15 лет между юношами и девушками. Следует отметить, что на правах тенденции наблюдались различия по показателю ФС (U=53,5 при p=0,064).

Различия между юношами и девушками внутри возрастной группы 16-18 летних спортсменов выявлены по ряду параметров: размеру ЛП (U=25,5 при p=0,007), КДР ЛЖ, см (U=30 при p=0,014) и на правах тенденции по показателям: диаметра ЛА (U=40,5 при p=0,057) и ОТС ЛЖ, усл. ед. (U=44,5 при p=0,093).

Далее нами проанализированы ЭХО-КГ показатели (были учтены статистически значимые различия) при сравнении юношей и девушек 13-15 и 16-18 лет – представителей трех различных по направленности групп спортивных специализаций. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Сравнительный анализ показателей измеряемых ЭХО-КГ параметров в каждой группе юношей и девушек, специализирующихся в различных видах спорта, показал ряд особенностей:

– независимо от пола в младшей возрастной группе превалирует количество значимых различий ЭХО-КГ параметров сердца между представителями ациклических и циклических видов спорта; а также между юношами циклических видов и единоборств;

– в группе юношей между представителями циклических и ациклических видов спорта в старшей возрастной группе, из 11 значимых различий ЭХО-КГ параметров сердца в 13-15 лет сохраняется лишь 6, нивелируются различия по ТЗСЛЖ, ТМПЖ, ФС, УО, ИКДР и ДЛА; из восьми различий по ЭХО-КГ показателям между представителями циклических видов спорта и единоборцев в возрасте 13-15 лет, в старшей возрастной группе выявлены различия только по трем параметрам. Между единоборцами и спортсменами ациклических видов различия в младшей группе не выявлены, а в старшей группе выявлено одно – по КСР.

У девушек между представителями циклических и ациклических видов спорта в группе 13-15 лет установлены различия по пяти параметрам, в старшей группе проявились различия по размеру ЛП (между представителями

ациклических и циклических видов спорта, ациклических видов и единоборцев); по ИММ – между спортсменками циклических видов и единоборцев.

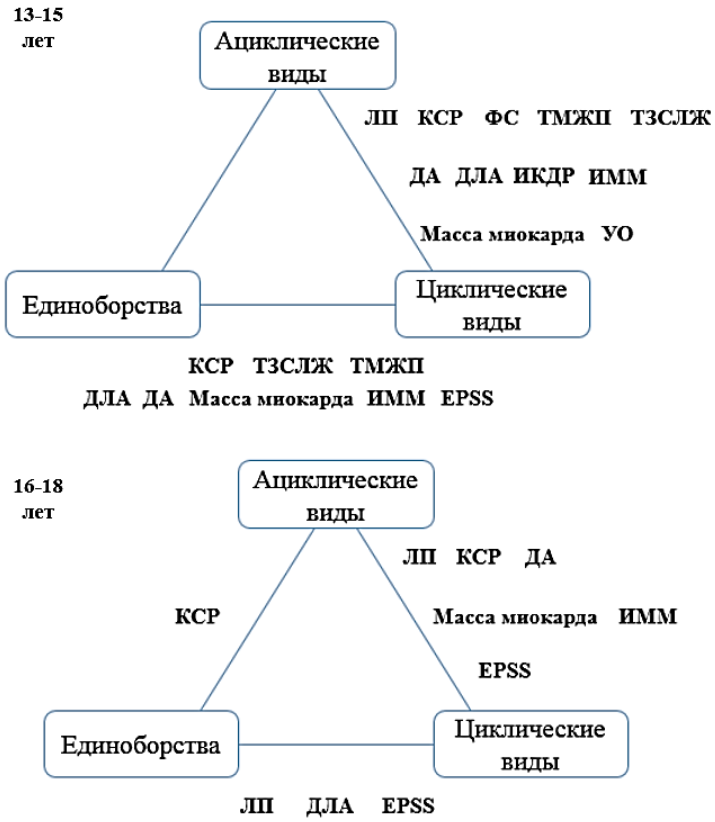


Рис. 1. ЭХО-показатели юношей-спортсменов 13-15 и 16-18 лет – представителей различных по направленности групп спортивных специализаций

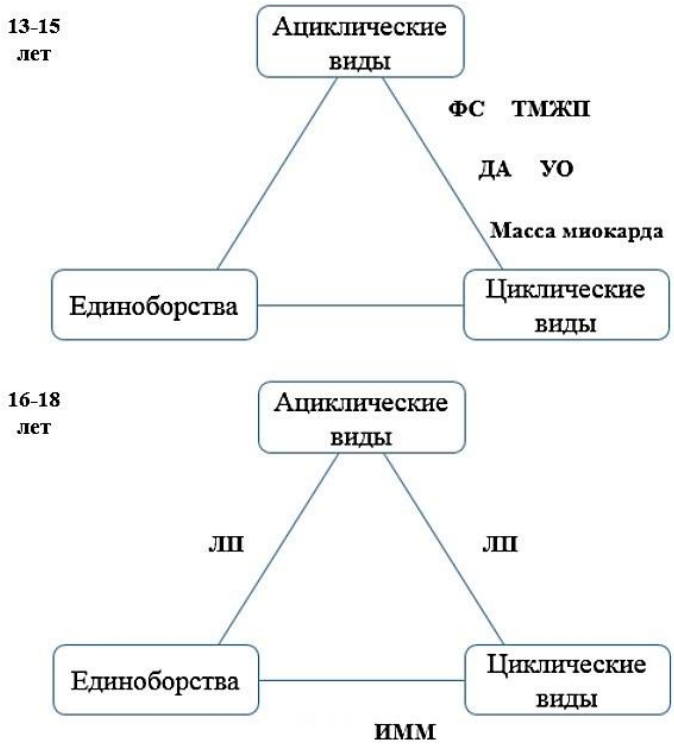


Рис. 2. ЭХО-показатели при сравнении девушек спортсменок 13-15 и 16-18 лет – представителей различных по направленности групп спортивных специализаций

Известно, что ремоделирование сердца, вызванное систематическим и регулярным выполнением физической нагрузки, характеризуется структурными изменениями сердца, включая гипертрофию левого желудочка со специфической «спортивной геометрией» (эксцентрическая или концентрическая). Связанные с этим изменения как систолической, так и диастолической функций становятся признанными компонентами ремоделирования сердца [9].

При оценке у спортсменов функционального состояния сердечно-сосудистой системы, вопросы, касающиеся выбора соответствующих показателей и их интерпретации применительно к представителям спортивной специализации, остаются открытыми. Например, в настоящее время остаются не до конца исследованными особенности морфометрических показателей сердца, типы ремоделирования юных спортсменов-пловцов [10] и представителей других специализаций. На формирование ремоделирования миокарда у юных спортсменов влияют регулярные, многочасовые физические нагрузки. При обследовании 60 юных хоккеистов спортивной детской юношеской школы олимпийского резерва «Салават Юлаев» Республики Башкортостан, у четверти (23,3%) имело место умеренная гипертрофия миокарда левого желудочка, что соответствует проявлению физиологического спортивного сердца. Патологическая трансформация сердца в виде эксцентрической гипертрофии миокарда и проявления диастолической дисфункции левого желудочка была выявлена только у одного спортсмена [11].

Характер ремоделирования отражает объективную итоговую оценку состояния сердца. У юных спортсменов игровых видов спорта (футбол и хоккей) ремоделирование сердца было выявлено в 51,6% случаев, что указывает на раннюю адаптацию к высоким нагрузкам. Наиболее частый вариант ремоделирования – эксцентрическая гипертрофия, которая свидетельствует о комбинированной нагрузке на сердце объемом и давлением [12]. Структурное ремоделирование сердца тесно связано с направленностью тренировочного процесса [13]. При нагрузках на выносливость формируется эксцентрическое ремоделирование (с увеличением диастолического размера левого желудочка), а при статических нагрузках – концентрическое (диастолический размер левого желудочка меняется мало).

В работе G. McClean с соавторами (2018), возраст юного спортсмена представлен предиктором внутреннего диаметра левого желудочка во время диастолы, толщины межжелудочковой перегородки во время диастолы, относительной толщины стенки и массы левого желудочка. При этом указанные показатели у спортсменов-юношей больше, чем у девушек [14].

Анализ ковариации возраста, площади поверхности тела, систолического артериального давления, частоты сердечных сокращений и пола в качестве ковариант показал, что пол является ведущим предиктором в определении массы левого желудочка, максимальной толщины стенки, конечного диастолического размера левого желудочка [15]. Исследователи установили, что пол, независимо от возраста, является сильным фактором, определяющим структурные параметры даже у спортсменов раннего подросткового возраста.

Португальскими исследователями установлено, что у подростков баскетболистов и хоккеистов диаметр левого предсердия статистически значимо больше, чем у дзюдоистов. Толщина межжелудочковой конечно-диастолической перегородки и толщина задней стенки левого желудочка у дзюдоистов меньше, чем у других представителей видов спорта. Кроме того, относительная толщина стенки левого желудочка у пловцов ниже, чем у дзюдоистов [16].

По данным A. D'Andrea и коллектива соавторов (2017), определены два вида направленной тренировки (на выносливость и силу), которые по-разному влияют на ремоделирование сердца, реализуя различные сценарии адаптации сердца к специфической физической нагрузке [17].

Также установлено, что процесс гипертрофии миокарда интенсивно развивается преимущественно в начальном периоде адаптации к специфической физической нагрузке. Результатом адаптивных компенсаторных перестроек является сформированный вариант адаптации сердца, который в дальнейшем изменяется несущественно, что было показано еще в работе Н.Д. Граевской с соавторами (1978).

Таким образом, максимальные морфологические изменения сердца, ассоциированные с направленностью вида спорта, выявляются в возрастной группе 13-15 летних спортсменов. В группе юниоров 16-18 лет процессы ремоделирования менее выражены, в частности по количеству Эхо-КГ параметров.

Заключение. В результате проведенного анализа Эхо-КГ показателей у подростков-спортсменов выявлены следующие особенности ремоделирования сердца:

– в группах юношей максимальное число различий показателей ремоделирования левого предсердия и левого желудочка выявлено в возрасте 13-15 лет между представителями циклических и ациклических видов спорта и циклических видов и единоборцев; в группе спортсменов 16-18 лет нивелируются различия по ТМЖП, ТЗСЛЖ, ФС и УО между «цикликами» и

«ацикликами»; по ТМЖП, ТЗСЛЖ, ММ и ИММ между «цикликами» и «единоборцами»;

– в группах девушек число различий показателей ремоделирования левого желудочка в возрасте 13-15 лет вдвое меньше, чем у юношей между представителями циклических и ациклических видов спорта, отсутствуют различия между спортсменами циклических видов и единоборцев, ациклических видов и единоборцев; в группе девушек 16-18 лет нивелируются все различия и проявляется различие по размеру ЛП между «цикликами» и «ацикликами» и «ацикликами» и «единоборцами»; между «цикликами» и «единоборцами» различие проявляется только по ИММ.

Выявленные у обследуемых подростков особенности кардиоремоделирования являются результатом проявления целого комплекса факторов: во-первых, этапом онтогенетического развития; во-вторых, спецификой спортивной специализации; в-третьих, индивидуальным генетическим профилем спортсмена. Доминирование влияния одного из факторов или их сочетанное воздействие определяет специфичность «возрастного» и «спортивного» ремоделирования сердца.

Одним из основных факторов формирования направленности ремоделирования сердца является индивидуальный генетический профиль спортсменов, наиболее перспективными будут исследования процессов кардиоремоделирования, ассоциированные с полиморфизмами генов, контролирующих морфофункциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Список литературы

1. Балыкова Л.А. Применение дерината в комплексной реабилитации детей, занимающихся спортом / Л.А. Балыкова, Э.Н. Каплина, С.А. Ивянский, О.В. Феррапонтова, Н.В. Щекина // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 10-2. – С. 265-269.

2. Шибкова Д.З. Отбор и медико-биологическое сопровождение одаренных обучающихся, реализующих образовательную и спортивную деятельность / Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин, В.В. Эрлих, А.Э. Батуева, Е.С. Сабирьянова // Science for Education Today. – 2020. – Т. 10. – № 5. – С. 196-210. DOI: 10.15293/2658-6762.2005.11.

3. Талибов А.Х. Предикторы ремоделирования и функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов / А.Х. Талибов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2018. – № 1(23). – С. 71-82.

4. Kreso M. Athlete’s heart syndrome and echocardiographic changes / M. Kreso, A. Arslanagic // Bosnian journal of basic medical sciences. – 2008. – Vol. 8(2). – P. 116-120.

5. Sharma S. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in junior elite athletes: Relevance to differential diagnosis of athlete’s heart and hypertrophic cardiomyopathy / S. Sharma, B.J. Maron, S. Firoozi, P.M. Elliott, W.J. McKenna // J. Amer. Coll. Cardiology. – 2002. – Vol. 40(8). – P. 1431-1436. DOI: 10.1016/ s0735-1097(02)02270-2.

6. Горбенко А.В. Спортивное сердце: норма или патология / А.В. Горбенко, Ю.П. Скирденко, Н.А. Николаев, О.В. Замахина, С.А. Шерстюк, А.В. Ершов // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. – Т. 24(2). – С. 16-25 DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-16-25 2020.

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

8. Шиллер Н.Б. Клиническая эхокардиография / Н.Б. Шиллер, М.А. Осипов // М.: МЕДпресс-информ. – 2018. – 344 с.

9. Weiner R.B. Exercise-induced cardiac remodeling / R.B. Weiner, A.L. Baggish // Prog Cardiovasc Dis. – 2012. – Vol. 54(5). – P. 380-386. DOI: 10.1016/j.pcad.2012.01.006.

10. Малах О.Н. Показатели морфометрии левого желудочка сердца юных спортсменов-пловцов в зависимости от спортивной квалификации и направленности тренировочного процесса / О.Н. Малах // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 8. – № 3(8). – С. 70-74.

11. Юмалин С.Х. Состояние миокарда у юных спортсменов по данным эхокардиографии / С.Х. Юмалин, Л.В. Яковлева, Р.М. Кофман // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 447.

12. Шарыкин А.С. ремоделирования сердца у детей и подростков в игровых видах спорта (на примере футбола и хоккея) / А.С. Шарыкин, Ю.М. Иванова, В.И. Павлов, В.А. Бадтиева, П.А. Субботин // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2016. – Т. 95. – № 3. – С. 65-72.

13. Гаврилова Е.А. Ремоделирование сердца спортсмена в зависимости от направленности тренировочного процесса / Е.А. Гаврилова, Г.М Загородный // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 1(9). – С. 48-57.

14. McClean G. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis / G. McClean, N.R. Riding, C.L. Ardern, A. Farooq, G.E. Pieles, V. Watt, C. Adamuz, K.P. George,

D. Oxborough, M.G. Wilson // Br J Sports Med. – 2018. – Vol. 52(4). – P. 230. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097052.

15. Pelà G. Sex-related differences in left ventricular structure in early adolescent non-professional athletes / G. Pelà, A. Crocamo, M. Li Calzi, M. Gianfreda, M.I. Gioia, F. Visioli, P. Pattoneri, D. Corradi, M. Goldoni, A. Montanari // Eur J Prev Cardiol. – 2016. – Vol. 23(7). – P. 777-784. DOI: 10.1177/2047487315608826.

16. Castanheira J. Cardiac remodeling indicators in adolescent athletes / J. Castanheira, J. Valente-Dos-Santos, D. Costa, D. Martinho, J. Fernandes, J. Duarte, N. Sousa, V. Vaz, L. Rama, A. Figueiredo, M. Coelho-E-Silva // Rev Assoc Med Bras. – 2017. – Vol. 63(5). – P. 427-434. DOI: 10.1590/18069282.63.05.427.

17. D'Andrea A. Acute and Chronic Response to Exercise in Athletes: The "Supernormal Heart" / A. D'Andrea, T. Formisano, L. Riegler, R. Scarafile, R. America, F. Martone, M. di Maio, M.G. Russo, E. Bossone, M. Galderisi, R. Calabrò // Adv Exp Med Biol. – 2017. – Vol. 999. – P. 21-41. DOI: 10.1007/978-981-10-4307-9_2.

18. Граевская Н.Д. Исследование сердца спортсменов с помощью эхокардиографии / Н.Д. Граевская, Г.А. Гончарова, Г.Е. Калугина // Кардиология. – 1978. – Т. 18. – № 2. – С. 140-143.

References

1. Balykova L.A. The use of derinate in comprehensive rehabilitation of children athletes / L.A. Balykova, E.N. Kaplina, S.A. Ivjanskij, O.V. Ferrapontova, N.V. Shchekina // Fundamental Research. – 2011. – № 10-2. – P. 265-269.

2. Shibkova D.Z. Selection and biomedical support for gifted children simultaneously involved in education and sports / D.Z. Shibkova, P.A. Bajguzhin, V.V. Erlikh, A.E. Batueva, E.S. Sabir'yanova // Science for Education Today. – 2020. – Vol. 10. – № 5. – P. 196-210. DOI: 10.15293/2658-6762.2005.11.

3. Talibov A.Kh. Predictors of cardiac remodeling and functional state of the cardiovascular system of athletes / A.Kh. Talibov // Physical Education and Sports Training. – 2018. – Vol. 1(23). – P. 71-82.

4. Kreso M. Athlete’s heart syndrome and echocardiographic changes / M. Kreso, A. Arslanagic // Bosnian journal of basic medical sciences. – 2008. – Vol. 8(2). – P. 116-120.

5. Sharma S. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in junior elite athletes: Relevance to differential diagnosis of athlete’s heart and hypertrophic cardiomyopathy / S. Sharma, B.J. Maron, S. Firoozi, P.M. Elliott, W.J. McKenna // J. Amer. Coll. Cardiology. – 2002. – Vol. 40(8). – P. 1431-1436. DOI: 10.1016/s0735-1097(02)02270-2.

6. Gorbenko A.V. Physiological or pathological hypertrophy of athlete's heart syndrome / A.V. Gorbenko, Yu.P. Skirdenko, N.A. Nikolaev, O.V. Zamahina, S.A. Sherstyuk, A.V. Ershov // Circulation Pathology and Cardiac Surgery. – 2020. – Vol. 24(2). – P. 16-25. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-16-25.

7. Ivyanskij S.A. Current aspects of cardiac remodeling in young athletes / S.A. Ivyanskij, L.A. Balykova, A.N. Urzyaeva, N.V. Shchyokina // Science and Sports: Modern Tendencies. – 2013. – № 1(1). – P. 80-88.

8. Shiller N.B. Clinical echocardiography / N.B. Shiller, M.A. Osipov // M.: MEDpress-inform. – 2018. – 344 p.

9. Weiner R.B. Exercise-induced cardiac remodeling / R.B. Weiner, A.L. Baggish // Prog Cardiovasc Dis. – 2012. – Vol. 54(5). – P. 380-386. DOI: 10.1016/j.pcad.2012.01.006.

10. Malakh O.N. Morphometry indicators of the left ventricle of young swimmers regarding sports qualification and training process direction / O.N. Malakh // Science and Sports: Modern Tendencies. – 2015. – Vol. 8(3). – P. 70-74.

11. Yumalin S.Kh. State of the myocardium in young athletes according to echocardiography / S.Kh. Yumalin, L.V. Yakovleva, R.M. Kofman // Modern Problems of Science and Education. – 2014. – Vol. 3. – P. 447.

12. Sharykin A.S. Cardiac remodeling options in children and adolescents in playing sports (on the example of soccer and hockey) / A.S. Sharykin, Y.M. Ivanova, V.I. Pavlov, V.A. Badtieva, P.A. Subbotin // Pediatrics. The journal named after G.N. Speranskij. – 2016. – Vol. 95. – № 3. – P. 65-72.

13. Gavrilova E.A. Remodeling of an athlete's heart, depending on the orientation of the training process / E.A. Gavrilova, G.M Zagorodnyj // Applied Sports Science. – 2019. – № 1(9). – P. 48-57.

14. McClean G. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis / G. McClean, N.R. Riding, C.L. Ardern, A. Farooq, G.E. Pieles, V. Watt, C. Adamuz, K.P. George, D. Oxborough, M.G. Wilson // Br J Sports Med. – 2018. – Vol. 52(4). – P. 230. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097052.

15. Pelà G. Sex-related differences in left ventricular structure in early adolescent non-professional athletes / G. Pelà, A. Crocamo, M. Li Calzi, M. Gianfreda, M.I. Gioia, F. Visioli, P. Pattoneri, D. Corradi, M. Goldoni, A. Montanari // Eur J Prev Cardiol. – 2016. – Vol. 23(7). – P. 777-784. DOI: 10.1177/2047487315608826.

16. Castanheira J. Cardiac remodeling indicators in adolescent athletes / J. Castanheira, J. Valente-Dos-Santos, D. Costa, D. Martinho, J. Fernandes, J. Duarte, N. Sousa, V. Vaz, L. Rama, A. Figueiredo, M. Coelho-E-Silva // Rev

Assoc Med Bras. – 2017. – Vol. 63 (5). – P. 427-434. DOI: 10.1590/18069282.63.05.427.

17. D'Andrea A. Acute and Chronic Response to Exercise in Athletes: The "Supernormal Heart" / A. D'Andrea, T. Formisano, L. Riegler, R. Scarafile, R. America, F. Martone, M. di Maio, M.G. Russo, E. Bossone, M. Galderisi, R. Calabrò // Adv Exp Med Biol. – 2017. – Vol. 999. – P. 21-41. DOI: 10.1007/978-981-10-4307-9_2.

18. Graevskaya N.D. Examination of the heart of athletes using echocardiography / N.D. Graevskaya, G.A. Goncharova, G.E. Kalugina // Cardiology. – 1978. – Vol. 18(2). – P. 140-143.

Сведения об авторах: Виктория Борисовна Ярышева – врач-кардиолог, ООО «Венозная эстетическая хирургия», научный сотрудник центра спортивной науки Южно-Уральского государственного университета, e-mail: yarysheva@list.ru, ORCID: 0000-0002-6713-6637; **Дарья Захаровна Шибкова** – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник центра спортивной науки Южно-Уральского государственного университета, e-mail: shibkova2006@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8583-6821; **Павел Азифович Байгужин** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет, e-mail: baiguzhinpa@susu.ru, ORCID: 0000-0002-5092-0943; **Вадим Викторович Эрлих** – доктор биологических наук, профессор, директор Института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского государственного университета e-mail: erlih-vadim@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4416-1925.

Information about the authors: Victoria Borisovna Yarysheva – Cardiologist, Venous Aesthetic Surgery LLC, Researcher of the Sports Science Center, South Ural State University, e-mail: yarysheva@list.ru, ORCID: 0000-0002-6713-6637. **Dar'ya Zakharovna Shibkova** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Sports Science Center, South Ural State University, e-mail: shibkova2006@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8583-6821. **Pavel Asifovich Bajguzhin** – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher at the Sports Science Center, South Ural State University, e-mail: baiguzhinpa@susu.ru, ORCID: 0000-0002-5092-0943. **Vadim Viktorovich Erlikh** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Institute of Sports, Tourism and Service, South Ural State University, e-mail: erlih-vadim@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4416-1925.