

На правах рукописи

**Комар Елена Брониславовна**

**Морфометрические показатели миокарда левого желудочка сердца  
у высококвалифицированных легкоатлетов различных специализаций**

14.03.11 – восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная  
физкультура, курортология и физиотерапия

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва – 2017

Диссертационная работа выполнена в лаборатории по разработке восстановительных мероприятий в спорте Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) Министерства спорта Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

**Морозов Вадим Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Министерство спорта Российской Федерации, лаборатория массовой физической культуры и развития системы ВФСК ГТО, главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

**Рыбина Ирина Леонидовна** – доктор биологических наук, общественное объединение «Белорусская федерация биатлона», Министерство спорта и туризма Республики Беларусь, начальник научно-методического отдела.

**Маслова Мария Вадимовна** – кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Министерство образования и науки Российской Федерации, биологический факультет, кафедра физиологии человека и животных, старший научный сотрудник.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «6» декабря 2017 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 311.002.01, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) Министерства спорта Российской Федерации по адресу: 105005, Москва, Елизаветинский пер., дом 10, стр.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) по адресу: 105005, Москва, Елизаветинский пер., дом 10, стр.1 и на сайте <http://www.vniifk.ru>.

Автореферат разослан «2» ноября 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук, доцент

Сафонов Леонид Вячеславович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** В настоящее время обострилась необходимость поиска реальных решений проблемы профилактики и гарантированного предупреждения развития предпатологических и патологических изменений в сердечно-сосудистой системе (ССС) у спортсменов ввиду запредельных объемов физических нагрузок, продиктованных стремлением добиться наилучших результатов в спорте, особенно мировом. Гармонизация и сбалансированность тренировочных нагрузок и процессов посттренировочного восстановления, несомненно, будут способствовать повышению соревновательных достижений спортсменов, исключая реальную угрозу возможных нежелательных изменений в их сердце. При этом уменьшится и негативная статистика фактов участвовавших трагедий на мировых и международных спортивных площадках, что стало глобальной проблемой национального спорта многих стран.

В последние годы значительным изменениям подверглась методика подготовки спортсменов, при которой постоянно резко возрастает интенсификация тренировочных нагрузок, что продиктовано стремлением к достижению высочайшего уровня современных спортивных результатов. К числу одной из самых актуальных проблем современной спортивной медицины относятся вопросы адаптации сердца и, прежде всего, левого желудочка (ЛЖ) в связи с неизбежной при этом его гиперфункцией. Благодаря интенсификации исследований в этой области на сегодняшний день в литературе описаны многочисленные примеры влияния занятий различными видами спорта на развитие гипертрофии миокарда [Масхулия Л., 2006, Сагитова В.В., 2007, Линде Е.В. с соавт., 2009, Гаврилова Е.А., 2014 и др.]. Все большее стремление к росту спортивных результатов, но без должного и адекватного учета морфологической стороны процессов адаптации, сопровождается значительным увеличением смертельных случаев среди спортсменов. При этом именно гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) наряду с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП) и аномалиями коронарных артерий являются доминирующими причинами внезапной сердечной смерти (ВСС) среди спортсменов до 35 лет [Maron В. J., 2006, Дегтярева Е.А. с соавт., 2006, Basavarajiah S. et al., 2007, Гаврилова Е.А., 2011, Красницкая О.В. с соавт., 2011, Смоленский А.В. с соавт., 2013 и др.].

И поэтому, несмотря на значительное количество исследований, особенно касающихся спортсменов высокой квалификации, остаются недостаточно изученными вопросы гипертрофии миокарда.

**Цель исследования:** выявить специфические особенности морфометрических показателей миокарда левого желудочка легкоатлетов высокой спортивной квалификации в зависимости от характера и направленности физических нагрузок.

**Объект исследования:** морфометрические показатели сердца легкоатлетов различной спортивной специализации и квалификации.

**Предмет исследования:** изменение морфометрических показателей сердца у высококвалифицированных легкоатлетов под влиянием физических нагрузок различного характера и направленности.

**Задачи исследования.** В зависимости от направленности тренировочного процесса **изучить:**

1. Особенности морфометрических показателей сердца легкоатлетов высокой квалификации.

2. Влияние физических нагрузок различной направленности на морфометрические показатели миокарда левого желудочка у высококвалифицированных легкоатлетов.

3. Варианты геометрии полости левого желудочка легкоатлетов высокой квалификации.

4. Частоту встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка легкоатлетов.

**Гипотеза:** изучение и знание механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности, выявление вариантов влияния тренировочных нагрузок на характер морфологических перестроек и анализ изменений морфометрических показателей сердца легкоатлетов позволит обосновать целевую индивидуализацию тренировочного процесса, позволяющую добиться увеличения физической работоспособности и повышения эффективности подготовки спортсменов высокой квалификации.

**Научная новизна исследования.** В настоящем исследовании впервые проведена оценка диапазона значений наиболее информативных

морфометрических показателей сердца, в частности, показателей левого желудочка у легкоатлетов разных специализаций и квалификаций.

На основании результатов анализа морфометрических показателей сердца определены наиболее вероятные варианты геометрии полости левого желудочка и виды его гипертрофии, развивающейся у легкоатлетов высокой квалификации в зависимости от характера и направленности физических нагрузок.

Впервые получены принципиально новые количественные данные основных анатомо-метрических показателей сердца легкоатлетов с различной направленностью тренировочных нагрузок.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные результаты расширяют современные представления об адаптации сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности.

Научно обосновано влияние физических нагрузок различной направленности на морфофункциональные параметры сердца легкоатлетов высокой квалификации.

Получены новые данные об особенностях морфометрических показателей сердца у спортсменов, являющихся представителями различных специализаций легкой атлетики. Благодаря этому удалось уточнить и систематизировать имеющиеся в научной литературе сведения о морфофункциональном состоянии сердца легкоатлетов и, в частности, левого желудочка, как наиболее реагирующей на изменения его структуры.

Разработаны практические рекомендации для тренеров по индивидуализации тренировочного процесса с учетом особенностей адаптации сердца легкоатлетов к физическим нагрузкам различной направленности.

Предложены рекомендации для спортивных врачей, позволяющие определять предвестники нежелательных изменений в сердце спортсменов по результатам проведенного ультразвукового исследования (УЗИ) сердца.

Общие теоретические положения диссертации могут быть использованы на всех этапах подготовки спортсменов высокой квалификации, в том числе в учебном процессе при преподавании ряда дисциплин обучающимся учреждений образования физкультурного профиля, а также спортивным врачам

и тренерам на специально организованных курсах с целью углубления и совершенствования их знаний.

**Внедрение результатов исследования в практику.** Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры». Материалы исследования используются в лекционном курсе, на семинарских, практических и лабораторных занятиях по легкой атлетике, спортивной медицине, спортивной физиологии, анатомии, адаптивной и лечебной физической культуре. Результаты диссертационной работы рекомендованы Белорусской федерации легкой атлетики для работы по индивидуализации тренировочного процесса легкоатлетов различных специализаций.

В основу разработки **методологии исследования** положен системный подход, как общенаучная методологическая основа данного исследования, с помощью которого и удалось выявить и установить связь между морфометрическими изменениями миокарда левого желудочка легкоатлетов и содержанием, особенностями и направленностью их тренировочного процесса. Основным методом научного поиска явился структурно-функциональный анализ причин и динамики процессов, лежащих в основе адаптации сердца спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности.

Методологическая база на специально-научном уровне базировалась на следующих **методах исследования**: теоретический анализ и обобщение, включавшее логико-содержательный анализ отечественной и зарубежной научно-методической литературы по проблемам адаптации сердца спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности; комплекс медико-биологических методов исследования; методы математико-статистической обработки данных.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Определение варианта адаптации сердца спортсменов к определенным видам физических нагрузок и предотвращение появления состояний, влекущих за собой потенциальную угрозу не только их спортивным результатам, но и здоровью и даже жизни, основывается на выявлении особенностей наиболее информативных морфометрических показателей сердца при применении физических нагрузок различной направленности.

2. Оценка частоты встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка сердца легкоатлетов в результате воздействия физических нагрузок различной направленности позволяет корректировать процессы адаптивных реакций организма спортсменов путем подбора и применения наиболее адекватных по объему и интенсивности специальных упражнений, соответствующих преобладающему виду двигательной деятельности легкоатлетов.

3. У высококвалифицированных легкоатлетов различных специализаций определяется достоверная взаимосвязь геометрии полости левого желудочка сердца с характером физических нагрузок.

**Конкретное личное участие автора** в получении научных результатов заключалось в обосновании направления, целей, задач и методологии исследования, проведении целенаправленного анализа литературы по теме исследования, самостоятельном проведении УЗИ сердца спортсменов, работе с медицинской документацией, сборе и отборе материала для исследования, обработке и анализе полученных результатов, подготовке иллюстраций и всех многочисленных научных публикаций по теме исследования, а также оформлении и подготовке материалов диссертации и разработке практических рекомендаций.

**Апробация диссертации.** Результаты исследования отражены в 33 публикациях, в том числе в 3 статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня рекомендуемых ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, методических материалах, 12 научных статьях и 17 материалах международных конференций (Российская Федерация, Республика Беларусь, Украина, Казахстан, Чехия, Германия, Польша, ряд ведущих стран Южной Америки).

Результаты исследования многократно докладывались и обсуждались на ежегодных научных и научно-практических конференциях и симпозиумах в течение последних 7 лет.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 128 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 3 глав, выводов, практических рекомендаций, заключения, списка литературы и приложений. Диссертация иллюстрирована 6 рисунками и 17 таблицами. Список литературы содержит 205 источников: 147 отечественных и 58 зарубежных авторов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Организация исследования

В ходе работы обследовано 170 легкоатлетов. Из них 70 человек с 3–1 спортивными разрядами по легкой атлетике составили контрольную группу (КГ, средний возраст –  $18,57 \pm 2,09$  лет). Для сравнительного изучения морфометрических характеристик сердца легкоатлетов в исследование была включена экспериментальная группа (ЭГ, средний возраст –  $22,45 \pm 3,40$  лет), сформированная из 100 легкоатлетов высокой спортивной квалификации – кандидатов в мастера спорта, мастеров спорта, мастеров спорта международного класса.

Исследование проводилось в несколько этапов:

**1-й этап** – распределение легкоатлетов в группы по характеру и направленности тренировочного процесса, а также по уровню спортивного мастерства (квалификации).

Разделение видов легкой атлетики по направленности тренировочного процесса основывалось на классификации основных видов спорта по степени интенсивности и требованиям динамической и статической работы [Hillis W.S., 1994]. Выделено 3 группы легкоатлетов: **1 группу** составили лица, занимающиеся видами легкой атлетики высокой интенсивности, с высокими динамическими и статическими требованиями (скоростная направленность); **2 группа** – представители видов легкой атлетики с высокими динамическими, но вместе с тем относительно низкими статическими требованиями (скоростно-силовая направленность); в **3 группу** вошли легкоатлеты, тренировки которых характеризуются высокой интенсивностью, низкими динамическими, но высокими статическими требованиями (преимущественное развитие выносливости).

**2-й этап** – эхокардиографическое исследование сердца всех групп легкоатлетов для оценки структурно-геометрических показателей миокарда.

В работе учитывались следующие морфометрические показатели сердца: диаметр полости левого желудочка – конечно-диастолический (КДР ЛЖ) и конечно-систолический размеры (КСР ЛЖ), мм; абсолютная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСЛЖd) и систолу (ТЗСЛЖs), мм; толщина межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПd) и систолу (ТМЖПs), мм; диаметр аортального фиброзного кольца (АО), мм; диаметр



аорты на уровне створок аортального клапана (АК), мм; передне-задний размер левого предсердия (ЛП), мм; передне-задний размер правого желудочка (ПЖ), мм; размер левого предсердно-желудочкового отверстия в диастолу (МКd) и систолу (МКs), мм. Измерялась также масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ). Далее проводился сравнительный анализ морфометрических показателей миокарда ЛЖ легкоатлетов высокой квалификации и разрядников.

**3-й этап** – определение типов ГЛЖ у легкоатлетов высокой спортивной квалификации в соответствии с классификацией геометрических моделей ЛЖ [Ganaou A., 1992], которое проводилось на основании вычисления показателей относительной толщины стенки левого желудочка (ОТС ЛЖ) и индекса массы его миокарда (ИММЛЖ).

Статистический анализ накопленного материала проводился с использованием прикладного пакета компьютерных программ обработки данных «Microsoft Excel-2016» и «Statistika for Windows» (версия 7.0) с применением стандартных алгоритмов вариационной статистики. При оценке достоверности различий между группами применялся непараметрический критерий Манна-Уитни. Для установления причинно-следственных взаимоотношений между изученными показателями употреблялся корреляционный анализ, который проводился при помощи вычисления коэффициента корреляции Брауэ-Пирсона.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Особенности внутренних размеров сердца легкоатлетов различных спортивных квалификаций**

Повышение спортивного мастерства и, как следствие, переход спортсменов на более высокий уровень тренированности, в большинстве случаев (как свидетельствует опыт проведенного нами исследования, а также данные литературы – Maron B.J., Pelliccia A., 2006, Дегтярева Е.А. с соавт., 2006, Гаврилова Е.А., 2014, Золичева С.Ю., 2016 и др.), как правило, неразрывно связан с изменениями, происходящими в их сердце. Наибольшие изменения претерпевает левый желудочек – толщина его стенок (за счет естественных изменений, происходящих в миокарде), а также объем его полости. Изменения внутрисердечных размеров вследствие физической нагрузки оказывают непосредственное влияние на массу миокарда ЛЖ.

Проведенный статистический анализ средних величин изучаемых показателей позволил выявить достоверное увеличение всех (кроме ТЗСЛЖs у мужчин) внутренних размеров ЛЖ у легкоатлетов высокой квалификации обоего пола по сравнению с таковыми у легкоатлетов-разрядников (таблица 1).

Таблица 1 – Внутренние размеры левого желудочка сердца легкоатлетов разных спортивных квалификаций в зависимости от пола ( $M \pm \sigma$ )

Показатель	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	мужчины (n=52)	женщины (n=48)	мужчины (n=35)	женщины (n=35)
ТМЖПd, мм	8,36±0,84*	7,73±0,86*	8,09±0,79	7,33±0,90
ТМЖПs, мм	11,23±1,36*	10,33±1,43*	10,65±1,27	9,94±1,10
ТЗСЛЖd, мм	8,75±0,92*	8,29±1,00**	8,44±0,91	7,70±0,71
ТЗСЛЖs, мм	15,22±1,34	14,29±1,64*	14,99±1,74	13,56±1,53
КДР ЛЖ, мм	50,13±4,46*	45,65±4,01*	48,29±4,16	44,34±3,80
КСР ЛЖ, мм	33,37±4,18*	30,42±3,21*	31,63±3,06	28,94±3,11

Примечания: \* различия показателей достоверны по сравнению с таковыми контрольной группы соответствующего пола  $p < 0,05$ ; \*\* различия показателей достоверны по сравнению с таковыми контрольной группы соответствующего пола  $p < 0,01$

Увеличение КДР и КСР ЛЖ сердца свидетельствует о больших размерах этой камеры у высококвалифицированных легкоатлетов.

Таким образом, стаж занятий спортом, а, следовательно, и повышение спортивного мастерства, сказывается на увеличении линейных размеров сердца спортсменов и наличии незначительной дилатации полости ЛЖ. Это можно объяснить как адаптационную реакцию сердца спортсменов на повышенные физические требования. Утолщение стенок сердца связано также с необходимостью обеспечения большей силы сокращения миокарда при физических нагрузках.

Большие внутрисердечные размеры высококвалифицированных легкоатлетов приводят к более высоким числовым значениям и ММЛЖ. Доказательными свидетельствами такого утверждения являются практические результаты проведенного исследования, показывающие, что ММЛЖ зависит от антропометрических данных, а также от толщины стенок ЛЖ и размера его полости. Сравнительный анализ внутрисердечных размеров ЛЖ и ММЛЖ показал также, что в обеих исследованных группах они достоверно меньше у женщин-спортсменок (различия гендерного характера).

Резюмируя полученные данные, можно сделать вывод, что занятия профессиональным спортом в течение длительного времени неизбежно приводят к увеличению метрических параметров сердца и, в частности, левого

желудочка (задней стенки, межжелудочковой перегородки), незначительной дилатации левого желудочка и увеличению массы миокарда.

### **Эхокардиографические параметры сердца легкоатлетов различных спортивных квалификаций**

В результате исследования получены числовые диапазоны морфометрических величин сердца, а также ММЛЖ легкоатлетов-разрядников и легкоатлетов высокой квалификации (таблица 2).

Таблица 2 – Эхокардиографические величины морфометрических параметров сердца легкоатлетов (минимальное, максимальное и среднее значения)

Показатель	Контрольная группа			Экспериментальная группа			Норма*
	min	max	M±σ	min	max	M±σ	
1	2	3	4	5	6	7	8
АО, мм	21	35	27,11±3,13	22	39	28,89±3,82	21–41
АК, мм	16	27	19,91±2,34	16	38	21,18±3,04	15–26
ЛП, мм	16	31	23,24±2,81	19	39	25,53±3,21	19–40
ПЖ, мм	9,1	21	14,97±2,69	9	27,2	16,59±3,68	9–31
МКd, мм	31	47	37,21±3,75	24	57	37,23±5,06	–
МКs, мм	19	34	26,83±3,64	16	48	27,15±4,79	–
ТМЖПd, мм	6	9,7	7,71±0,92	6	11	8,06±0,90	6–13
ТМЖПs, мм	8,4	13,9	10,29±1,23	7	14,6	10,80±1,46	11–16
ТЗСЛЖd, мм	7	10,5	8,07±0,89	6	12,4	8,53±0,98	7–12
ТЗСЛЖs, мм	11,1	18,1	14,28±1,77	10	18,2	14,78±1,55	12–18
КДР ЛЖ, мм	36	57	46,31±4,43	39	60	47,98±4,79	40–58
КСР ЛЖ, мм	23	38	30,29±3,35	25	47	31,95±4,01	24–41
ММЛЖ, г	82,06	274,9	159,87±41,90	96,2	348,2	179,64±46,64	–
Примечания: 1) min – минимальное значение; max – максимальное значение; M±σ – среднее значение; 2) Норма* – нормальные значения показателей эхокардиограммы приведены согласно методическим рекомендациям, утвержденным Министерством здравоохранения Республики Беларусь [Лазюк Д.Г., 2000]							

Средние значения всех морфометрических показателей в обеих исследуемых группах легкоатлетов находятся в пределах нормы.

Результаты проведенного исследования дают возможность предположить, что более низкие минимальные числовые значения таких параметров, как ТМЖПs, ТЗСЛЖd, ТЗСЛЖs, КДР ЛЖ, КСР ЛЖ могут быть связаны с выбором в качестве контрольной группы легкоатлетов-разрядников, а не лиц, не занимавшихся спортом. С другой стороны, подобные результаты могут указывать на необходимость пересмотра ранее определенных нормальных значений показателей эхокардиографии.

## **Зависимость морфометрических показателей левого желудочка сердца легкоатлетов от направленности тренировочного процесса**

Проведено парное сравнение средних значений показателей морфометрии сердца у легкоатлетов высокой квалификации и легкоатлетов-разрядников с различной направленностью (скоростной, скоростно-силовой, преимущественным развитием выносливости) тренировочного процесса.

Результаты сравнения средних величин морфометрических параметров сердца показали, что у легкоатлетов высокой квалификации со скоростной направленностью тренировочного процесса достоверно превышен передне-задний размер ЛП и ПЖ, а также ТЗСЛЖ в систолу по сравнению с таковыми величинами у легкоатлетов-разрядников.

Сердце легкоатлетов высокой квалификации со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса отличается превышением диаметра аортального фиброзного кольца и величины передне-заднего размера левого предсердия. Полученные результаты позволяют сделать вывод о дилатации ЛП, наряду с нормальным объемом ЛЖ. Следовательно, объем сердца у этих легкоатлетов увеличен незначительно.

У легкоатлетов, тренировки которых направлены на преимущественное развитие выносливости, достоверно увеличены все линейные размеры сердца (кроме величины МКd и МКs). Это свидетельствует об увеличении растяжимости миокарда, дилатации полости левого желудочка и наибольших размерах сердца.

Далее проведено парное сравнение средних значений морфометрических показателей сердца у легкоатлетов различных специализаций в экспериментальной и контрольной группах.

В результате статистического анализа у спортсменов не выявлено достоверных различий по показателям морфометрии. Следовательно, величины изучаемых показателей находятся в относительно одинаковом числовом диапазоне у всех исследованных легкоатлетов.

Исключение составляет разница в показателях толщины МЖП в систолу и передне-заднего размера ЛП у легкоатлетов высокой квалификации: сердце легкоатлетов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса отличается увеличением параметра ЛП (на 9 %,  $p < 0,01$ ), а также рост ТМЖП (на 5 %,  $p < 0,05$ ). Основываясь на результатах статистического анализа, можно

предположить, что применение в тренировочном процессе легкоатлетов упражнений, направленных на развитие силы, приводит к дилатации полости ЛП и утолщению МЖП в фазу систолы.

При сравнении средних величин морфометрических показателей в ЭГ и КГ легкоатлетов со скоростной и скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса как у мужчин, так и у женщин существенных различий не выявлено. Однако обращают на себя внимание различия этих показателей в подгруппе легкоатлетов с преимущественным развитием выносливости. В этой подгруппе отмечается достоверное увеличение следующих параметров: у мужчин – АО (на 12,3 %), ТМЖPd (на 8,3 %), ТЗСЛЖd (на 7,2 %), КСР ЛЖ (на 9,4 %), ММЛЖ (на 12,5 %); у женщин – АО (на 10,4 %), АК (на 17,5 %), ЛП (на 10,5 %), ПЖ (на 13,2 %), ТМЖPs (на 10 %), ТЗСЛЖd (на 9 %), КДР ЛЖ (на 6,4 %), ММЛЖ (на 20 %).

Следовательно, по мере возрастания уровня спортивного мастерства наибольшие изменения претерпевает сердце легкоатлетов, тренировки которых направлены на развитие выносливости. Применение в тренировочном процессе легкоатлетов упражнений, направленных на развитие выносливости, в конечном счете, приводит к более значительному утолщению стенок желудочков и дилатации полостей сердца. Это, в свою очередь, сказывается на наибольших размерах сердца у легкоатлетов-стайеров.

Корреляционный анализ выявил достоверную линейную зависимость между антропометрическими характеристиками легкоатлетов (рост, вес, площадь поверхности тела – ППТ) и всеми морфометрическими показателями сердца. Таким образом, при увеличении роста, веса, ППТ повышаются значения всех показателей морфометрии.

### **Установление типов гипертрофии миокарда левого желудочка сердца у высококвалифицированных легкоатлетов различных специализаций**

Установление типа ГЛЖ у легкоатлетов различных специализаций основывалось на сравнении значений показателей ИММЛЖ и ОТС ЛЖ.

Статистический анализ данных позволил выявить, что у всех исследованных легкоатлетов-разрядников отмечается нормальная геометрия ЛЖ. Следовательно, установление типов гипертрофии осуществлялось у легкоатлетов высокой спортивной квалификации различных специализаций.

В результате было определено 4 группы легкоатлетов с различными вариантами ГЛЖ: 1) с нормальной геометрией (НГЛЖ); 2) с концентрической гипертрофией (КГЛЖ); 3) с эксцентрической гипертрофией (ЭГЛЖ); 4) с концентрическим ремоделированием (КРЛЖ).

Геометрические типы ремоделирования ЛЖ у высококвалифицированных легкоатлетов в зависимости от направленности тренировочного процесса распределились следующим образом (рисунок 1):

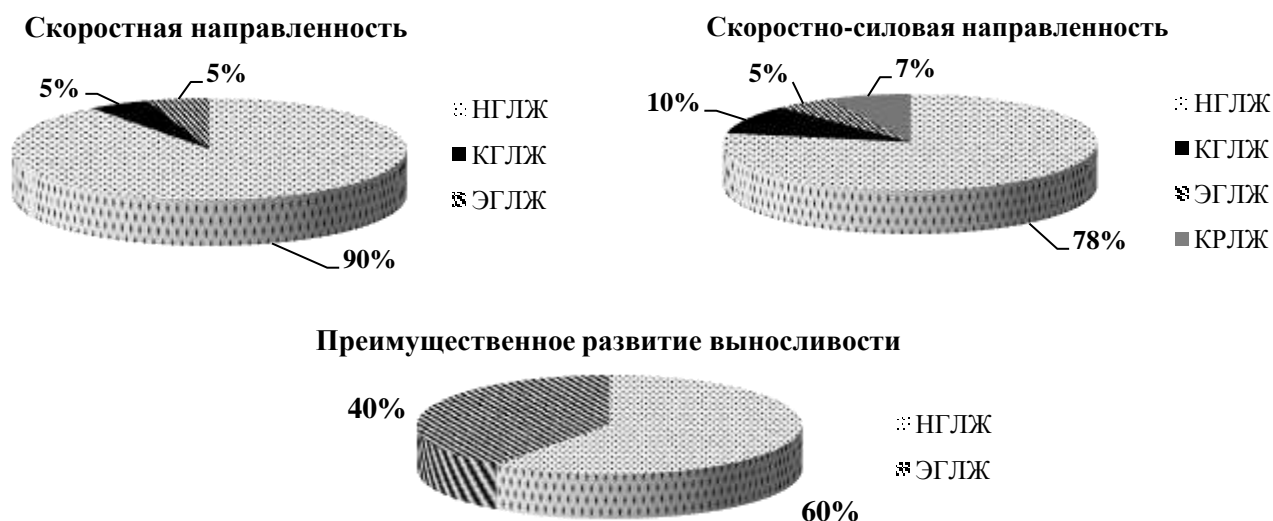


Рисунок 1 – Распределение вариантов ремоделирования левого желудочка легкоатлетов в зависимости от направленности тренировочного процесса

Таким образом, из представленных данных следует, что наибольшее количество спортсменов (89,8 %) с НГЛЖ являются представителями скоростных видов легкой атлетики. При этом в данной группе спортсменов в одинаковой степени зафиксированы случаи, как ЭГЛЖ (5,1 %), так и КГЛЖ (5,1 %). Следовательно, регулярное использование в упражнениях бега высокой интенсивности ведет к риску развития обоих типов гипертрофии.

Концентрическая гипертрофия наиболее свойственна спортсменам со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса (9,8 %). В этой же группе наблюдается и максимальное количество случаев КРЛЖ (7,3 %). Это является следствием применения упражнений силового характера.

Эксцентрическая гипертрофия чаще встречалась у легкоатлетов, в тренировочном процессе которых преобладает развитие выносливости (40 %).

Причиной различных вариантов гипертрофии и ремоделирования ЛЖ среди легкоатлетов различных специализаций является применение

специфических упражнений, характерных для определенного вида легкой атлетики.

Проанализировав распределение вариантов ремоделирования ЛЖ у легкоатлетов высокой квалификации, обнаружено, что в 79 % случаев левый желудочек имеет нормальную пространственную форму (рисунок 2).



Рисунок 2 – Частота встречаемости гипертрофических изменений миокарда левого желудочка у высококвалифицированных легкоатлетов

Результаты данного этапа исследования позволяют четко определить тип ГЛЖ у легкоатлетов в зависимости от направленности тренировочного процесса.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что характерная для каждого вида легкой атлетики физическая нагрузка оказывает значительное влияние на геометрию левого желудочка сердца. При этом можно заключить, что ИММЛЖ связан с содержанием физических нагрузок и значительно зависит (увеличивается) от применения в тренировочном процессе упражнений на развитие выносливости.

## ВЫВОДЫ

1. Установлены особенности морфометрических показателей сердца легкоатлетов высокой квалификации. Показано достоверное увеличение всех

внутренних размеров ЛЖ легкоатлетов высокой квалификации по сравнению с таковыми у легкоатлетов-разрядников. У высококвалифицированных легкоатлетов зафиксировано повышение числовых значений морфометрических параметров левого желудочка от 1,5 % до 7,1 % (в зависимости от параметра). Повышение спортивного мастерства ведет к увеличению метрических параметров сердца, незначительной дилатации полости ЛЖ, увеличению ММЛЖ.

2. Определены числовые диапазоны и средние величины всех морфометрических показателей сердца легкоатлетов высокой и средней спортивной квалификации. Исследование показало, что наблюдаемые величины метрических показателей левого желудочка сердца легкоатлетов соответствуют физиологическим нормам. Следовательно, адаптация может расцениваться как рациональная. Все спортсмены имели толщину задней стенки ЛЖ и МЖП до 12,0 мм и КДР ЛЖ до 60,0 мм, что принято расценивать как вариант физиологического спортивного сердца.

3. Проведенное исследование показало вариативность морфометрических показателей у легкоатлетов высокой квалификации различных видов легкой атлетики. Выявлены особенности влияния физических нагрузок различной направленности на морфометрические показатели сердца. Легкоатлеты со скоростной направленностью тренировок отличаются дилатацией левого предсердия и правого желудочка, в сочетании с ГЛЖ. У легкоатлетов с преобладанием скоростно-силовых нагрузок отмечается дилатация левого предсердия, наряду с нормальным объемом левого желудочка; упражнения на развитие выносливости приводят к возникновению у легкоатлетов дилатации полости ЛЖ и наибольшим размерам сердца.

4. Выявлена зависимость изменения геометрии полости левого желудочка сердца легкоатлетов высокой квалификации от преобладающей направленности их физических нагрузок. У легкоатлетов, тренирующих главным образом скоростные качества, в одинаковой степени зафиксированы случаи как эксцентрической (5,1 %), так и концентрической гипертрофии ЛЖ (5,1 %). Скоростно-силовая направленность тренировок приводит к развитию у легкоатлетов КГЛЖ (9,8 %) и КРЛЖ сердца (7,3 %). Легкоатлеты, в тренировочном процессе которых преобладает развитие выносливости, подвержены риску развития ЭГЛЖ (40 %).



5. Оценена частота встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка сердца легкоатлетов в зависимости от направленности тренировочного процесса. Установлено, что наибольшее количество спортсменов с нормальной геометрией ЛЖ являются представителями тех видов легкой атлетики, тренировки которых направлены на развитие скорости – 89,8 %. У представителей скоростно-силовой группы геометрия ЛЖ не изменена в 78 % случаев. Тренировка выносливости оказывает наиболее существенное влияние на изменение геометрии полости ЛЖ сердца легкоатлетов, оставляя только 60 % их сердец с нормальной геометрией.

6. На основании данных, полученных в результате проведенного исследования, разработаны практические рекомендации для тренеров по легкой атлетике, направленные на индивидуализацию тренировочного процесса с учетом особенностей адаптации сердца легкоатлетов к физическим нагрузкам различной направленности. А также предложены рекомендации для спортивных врачей, позволяющие им по наличию изменений в левом желудочке сердца выделять спортсменов в «группу риска» для последующей целенаправленной протекции.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

### **Для тренеров по легкой атлетике**

1. Рекомендуется избегать применения упражнений на развитие выносливости в начале тренировки, одновременно соблюдая принцип щадящей и осторожной постепенности, для легкоатлетов, тренировки которых направлены преимущественно на развитие выносливости (бег на длинные дистанции, спортивная ходьба). Эта группа легкоатлетов подвержена риску развития эксцентрического типа ГЛЖ, которая является результатом перегрузки сердца объемом притекающей крови.

2. Необходимо уменьшить применение упражнений силового характера на завершающем этапе тренировки, а также избегать большого объема и интенсивности нагрузок в короткий срок легкоатлетам, тренировки которых направлены, главным образом, на развитие скоростно-силовых качеств (прыжки, метания, толкание ядра). Это связано с тем, что данная группа легкоатлетов подвержена возникновению концентрического типа гипертрофии и ремоделирования ЛЖ ввиду перегрузки их сердца давлением притекающей

крови. Спортсмены со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса наиболее подвержены риску неожиданно трагической ВСС как во время слишком интенсивно форсированных тренировок, так и по завершении спортивной карьеры (именно по причине наибольшей частоты встречаемости у них концентрического типа ГЛЖ), что находит подтверждение в научной литературе [Масхулия Л., 2006, Сагитова В.В., 2007, Гаврилова Е.А., 2011 и др.]

3. Рекомендуется уменьшить количество бега высокой интенсивности во время тренировочных занятий легкоатлетов со скоростной направленностью тренировочного процесса (бег на короткие дистанции) при обнаружении у них ГЛЖ. Развитие на тренировках легкоатлетов преимущественно скоростных качеств подвергает сердце спортсменов возникновению в равной степени концентрического и эксцентрического типа ГЛЖ.

#### **Для спортивных врачей**

1. Рекомендуется применять метод эхокардиографии с целью оценки состояния сердца легкоатлетов, исходя и учитывая при этом антропометрические данные спортсменов. Морфометрические показатели сердца находятся в прямой зависимости от длины и массы тела спортсмена: чем больше ППТ спортсмена, тем толще стенки камер его сердца, а, следовательно, повышается вероятность развития ГЛЖ, в том числе предпатологической и патологической ее стадии. Наличие патологической ГЛЖ у спортсмена требует немедленного отстранения его от спортивной деятельности.

2. Рекомендуется проводить дополнительное комплексное исследование сердца легкоатлетов, имеющих концентрический тип ГЛЖ, для своевременного предотвращения необратимых изменений в строении и функционировании их сердца, так как именно эти спортсмены составляют «группу риска» по типу ГЛЖ. Спортсмены с концентрической формой ГЛЖ должны быть своевременно взяты на учет, а в дальнейшем за ними необходимо более тщательное динамическое наблюдение.

3. Рекомендуется ежегодно на этапах круглогодичной подготовки проводить УЗИ сердца спортсменам всех видов легкой атлетики с анализом комплекса наиболее информативных показателей морфологии сердца: ТЗСЛЖ и ТМЖП в диастолу; КДР ЛЖ; ИММЛЖ, применяемого для количественной характеристики ГЛЖ с учетом индивидуальных антропометрических особенностей спортсмена.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Полученные результаты расширяют и углубляют существующее представление о динамике компенсаторного процесса развития ГЛЖ сердца, вызванной интенсивными и сверхинтенсивными (форсированными) физическими тренировками, а также позволяют выявлять возможные варианты ГЛЖ у легкоатлетов различных спортивных специализаций, в частности, концентрического типа ГЛЖ как наиболее опасного предвестника ВСС у спортсменов со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса.

Систематизированы имеющиеся в научной литературе сведения о морфометрических показателях сердца спортсменов и получена новая информация об особенностях изменений этих показателей у легкоатлетов различных специализаций.

Выполненная работа дает возможность спортивным врачам (при дополнительных консультациях с кардиологами) более объективно оценивать состояние здоровья спортсменов и поэтому более обоснованно и целенаправленно решать вопросы экспертного характера в зависимости от специализации легкоатлетов. Это помогает тренерам принимать более научно обоснованные и продуманные решения по персональной корректировке учебно-тренировочного процесса, чтобы добиться достижения лучших спортивных результатов при соблюдении максимально возможного предотвращения развития нежелательной предпатологии и сбережения ресурсов здоровья спортсменов.

Перспективу дальнейшего развития данного научного направления мы видим в необходимости проведения исследований по выявлению того уровня спортивного мастерства, на котором у спортсменов начинают формироваться неблагоприятные изменения в сердце, чтобы прийти к разработке рекомендаций по предупреждению (исключению) их нежелательных последствий.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК**

**1. Комар, Е.Б. Влияние физических нагрузок различной направленности на показатели морфометрии сердца спортсменов-легкоатлетов / Е.Б. Комар // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – № 13. – С. 102–106.**

2. Комар, Е.Б. Взаимосвязь внутренних размеров сердца легкоатлетов со спортивной квалификацией / Е.Б. Комар // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 4. – С. 60–63.

3. Комар, Е.Б. Особенности адаптации сердца легкоатлетов высокой квалификации к нагрузкам различной направленности / Е.Б. Комар, В.Н. Морозов, Л.А. Калинин // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 3. – С. 32–35.

#### Статьи в научных журналах

4. Комар, Е.Б. Адаптивные возможности левого желудочка сердца к физическим нагрузкам спортсменов / Е.Б. Комар // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 3 (34). – С. 69–70.

5. Комар, Е.Б. Варианты физиологической гипертрофии сердца спортсменов-легкоатлетов в связи с направленностью тренировочного процесса / Е.Б. Комар // Ученые записки. – 2010. – Вып. 13. – С. 221–228.

6. Комар, Е.Б. Морфометрические параметры миокарда желудочков сердца человека / Е.Б. Комар, А.Р. Ромбальская // Здоровоохранение. – 2011. – № 5. – С. 16–19.

7. Комар, Е.Б. Показатели морфометрии левого желудочка сердца легкоатлетов высокой квалификации под воздействием интенсивных физических нагрузок / Е.Б. Комар // Мир спорта. – 2011. – № 3 (44). – С. 53–56.

8. Комар, Е.Б. Характеристика методов и организации исследования морфометрических показателей сердца легкоатлетов / Е.Б. Комар // Ученые записки. – 2011. – Вып. 14. – С. 195–205.

9. Комар, Е.Б. Характеристика морфометрических изменений миокарда левого желудочка сердца легкоатлетов с различной направленностью тренировочного процесса / Е.Б. Комар // Актуальные вопросы антропологии. – 2011. – № 6. – С. 286–295.

10. Комар, Е.Б. Физиологические особенности спортивного сердца / Е.Б. Комар, Т.Т. Ковалев // Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях. – 2012. – С. 210–212.

11. Комар, Е.Б. Особенности изменения морфометрических показателей сердца легкоатлетов / Е.Б. Комар // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь. – 2013. – Вып. 13. – С. 272–278.

12. Комар, Е.Б. Определение типов гипертрофии миокарда левого желудочка сердца у легкоатлетов / Е.Б. Комар // Ученые записки. – 2013. – Вып. 16. – С. 195–205.

13. Комар, Е.Б. Методические подходы к изучению морфометрических особенностей сердца легкоатлетов / Е.Б. Комар // Актуальные вопросы антропологии. – 2013. – Вып. 8. – С. 390–400.

14. Komar, H. The influence of physical activity on the morphometry of the heart of track and field athletes / H. Komar // South American Journal of Medicine. – 2014. – Vol. 2, № 1. – P. 1–6.

15. Komar, J. Die Abhängigkeit der morphometrischen Parameter des Herzens der Leichtathleten von der Zielrichtung des Trainingsprozesses / J. Komar, V. Morozov // East European Scientific Journal. – 2017. – Vol. 4 (20), part 1. – P. 85–88.

#### **Материалы конференций**

16. Комар, Е.Б. К проблеме гипертрофии сердца спортсменов / Е.Б. Комар // Dnyvėdy–2009: materiály V Mezinárodní vědecko-praktická conference. – Praha, 2009. – № 14. – S. 68–69.

17. Комар, Е.Б. О структурно-функциональных изменениях миокарда спортсменов / Е.Б. Комар // Молодежь – науке. Актуальные проблемы теории и методики физической культуры и спорта: материалы Международной научно-практической конференции. – Минск : БГУФК, 2009. – Т. 2. – С. 398–400.

18. Комар, Е.Б. Об адаптации сердца к физическим нагрузкам в спорте / Е.Б. Комар // III Машеровские чтения: материалы Республиканской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Витебск : УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009. – С. 28–29.

19. Комар, Е.Б. К вопросу об изменениях в состоянии сердца спортсменов / Е.Б. Комар // Современный олимпийский спорт и спорт для всех: материалы XIII Международного научного конгресса. – Алматы : КазАСТ, 2009. – С. 198–200.

20. Комар, Е.Б. Влияние тренировочного процесса спортсменов-легкоатлетов на состояние сердца / Е.Б. Комар // Молодежь – науке: материалы XI Международной научной сессии по итогам НИР за 2009 г. «Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки

кадров по физической культуре, спорту и туризму». – Минск : БГУФК, 2010. – С. 181–183.

21. Комар, Е.Б. Оценка изменения некоторых параметров сердца спортсменов под влиянием различных видов легкой атлетики / Е.Б. Комар // Современная стратегия и инновационные технологии физического совершенствования студенческой молодежи: научная монография по материалам Международного симпозиума. – Одесса : Наука и техника, 2010. – С. 276–281.

22. Комар, Е.Б. Малые аномалии сердца у спортсменов-легкоатлетов / Е.Б. Комар // Научные стремления–2010: материалы Республиканской научно-практической молодежной конференции с международным участием. – Минск : Беларус. навука, 2010. – Ч. 1. – С. 454–458.

23. Комар, Е.Б. Морфометрические нормы толщины стенок желудочков сердца человека / Е.Б. Комар // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине: сборник трудов I Международной научно-практической конференции. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – Т. 4. – С. 68–69.

24. Комар, Е.Б. Некоторые данные о толщине миокарда желудочков сердца человека / Е.Б. Комар, А.Р. Ромбальская // Современные аспекты фундаментальной и прикладной морфологии: сборник трудов научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Д.М. Голуба. – Минск : БГМУ, 2011. – С. 142–145.

25. Комар, Е.Б. Организация исследования морфометрических параметров сердца легкоатлетов / Е.Б. Комар // Актуальные проблемы теории и методики физической культуры, спорта и туризма: материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Минск : БГУФК, 2011. – С. 236–238.

26. Комар, Е.Б. Актуальные проблемы адаптации сердца спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности / Е.Б. Комар, Т.Т. Ковалев // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и физической культуры личности в XXI веке: интеграция науки и практики: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции. – Невинномысск : Изд-во НГГТИ, 2011–2012. – С. 84–85.

27. Комар, Е.Б. Особенности адаптационных реакций сердца спортсменов на тренировки различной направленности / Е.Б. Комар // Международная научно-практическая конференция по проблемам физической культуры и спорта государств – участников Содружества Независимых Государств. – Минск : БГУФК, 2012. – С. 126–128.

28. Комар, Е.Б. Методология исследования морфометрических показателей сердца легкоатлетов / Е.Б. Комар // Восток-Россия-Запад. Современные процессы развития физической культуры, спорта и туризма. Состояние и перспективы формирования здорового образа жизни: материалы участников VII Международного симпозиума. – Красноярск, 2013. – С. 169–173.

29. Комар, Е.Б. Сравнительный анализ внутренних размеров сердца легкоатлетов различных спортивных квалификаций / Е.Б. Комар // Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Челябинск : Изд-во Южно-Уральского гос. ун-та, 2013. – С. 117–120.

30. Комар, Е.Б. Определение частоты встречаемости малых аномалий развития сердца у легкоатлетов средней спортивной квалификации / Е.Б. Комар, Н.О. Цховребова, Г.М. Брновицкая // Материалы XIII Международной научной сессии по итогам НИР за 2012 г. «Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре и спорту». – Минск : БГУФК, 2013. – С. 287–289.

31. Комар, Е.Б. Взаимосвязь показателей морфометрии сердца легкоатлетов со спортивной специализацией / Е.Б. Комар // Наука в современном информационном обществе: материалы Международной научно-практической конференции. – Москва, 2013. – С. 4–7.

32. Комар, Е.Б. Взаимосвязь вариантов гипертрофии миокарда и направленности спортивных тренировок у легкоатлетов / Е.Б. Комар, В.Н. Морозов, Е.А. Ширковец // Здоровье нации – основа процветания России: Материалы XI Всероссийского форума. – М. : Общероссийская общественная организация «ЛИГА ЗДОРОВЬЯ НАЦИИ», 2017. – С. 91–94.

#### **Методические материалы**

33. Морфометрические показатели сердца легкоатлетов: методические материалы / Е.Б. Комар; LAP LAMBERT Academic Publishing. – Saarbrücken, Deutschland, 2014. – 70 с.

## СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АК** – аортальный клапан
- АО** – диаметр аортального фиброзного кольца
- ВСС** – внезапная сердечная смерть
- ГКМП** – гипертрофическая кардиомиопатия
- ГЛЖ** – гипертрофия левого желудочка
- ИММЛЖ** – индекс массы миокарда левого желудочка
- КГ** – контрольная группа
- КГЛЖ** – концентрическая гипертрофия левого желудочка
- КДР** – конечно-диастолический размер
- КРЛЖ** – концентрическое ремоделирование левого желудочка
- КСР** – конечно-систолический размер
- ЛЖ** – левый желудочек
- ЛП** – левое предсердие
- МЖП** – межжелудочковая перегородка
- МКd** – размер левого предсердно-желудочкового отверстия в диастолу
- МКs** – размер левого предсердно-желудочкового отверстия в систолу
- ММЛЖ** – масса миокарда левого желудочка
- НГЛЖ** – нормальная геометрия левого желудочка
- ОТС** – относительная толщина стенки
- ПЖ** – правый желудочек
- ППТ** – площадь поверхности тела
- ССС** – сердечно-сосудистая система
- ТЗСЛЖd** – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу
- ТЗСЛЖs** – толщина задней стенки левого желудочка в систолу
- ТМЖPd** – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу
- ТМЖPs** – толщина межжелудочковой перегородки в систолу
- УЗИ** – ультразвуковое исследование
- ЭГ** – экспериментальная группа
- ЭГЛЖ** – эксцентрическая гипертрофия левого желудочка