

Комар Е.Б. (Белорусский государственный университет физической культуры)

## ПОКАЗАТЕЛИ МОРФОМЕТРИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА ЛЕГКОАТЛЕТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

*Проведенное исследование направлено на установление морфометрических изменений левого желудочка сердца легкоатлетов в зависимости от направленности тренировочного процесса и выделение групп спортсменов с изменением геометрии полости левого желудочка. Изменения морфометрических показателей являются адаптационной реакцией сердца к гемодинамической нагрузке, вызванной физическими нагрузками различной направленности.*

*The aim of the research work was to determine morphometric changes in athletes' left ventricle depending on the trend of the training process, and to single out the groups of athletes with alterations in left ventricle cavity geometry. Alterations in morphometric indices are an adaptation reaction of the heart to hemodynamic load which is the result of various physical loads.*

**Введение.** Одним из самых важных критериев оценки воздействия систематической спортивной тренировки на организм спортсменов является состояние их сердечно-сосудистой системы.

В процессе спортивной тренировки для развития физических качеств применяют различные по характеру тренировочные нагрузки. Для каждого вида нагрузки можно выделить те двигательные способности или их компоненты, развитие которых под воздействием данной нагрузки происходит наиболее эффективно, и таким образом определить ее преимущественную направленность.

В настоящее время остаются не до конца исследованными особенности морфометрических показателей сердца спортсменов-легкоатлетов, типы ремоделирования и гипертрофии миокарда желудочков сердца в процессе адаптации организма к физическим нагрузкам в зависимости от специализации и спортивной квалификации легкоатлетов.

Морфологические изменения, характерные для спортивного сердца, не имеют патологической природы и зависят от характера мышечной нагрузки. По данному критерию все виды физических нагрузок можно разделить на динамические (изотонические) и статические (изометрические). Динамические нагрузки приводят к увеличению нагрузки объемом, а статические – к нагрузке давлением [1].

Разделение физических нагрузок на статические и динамические важно для определения раз-

личного прогноза их влияний на организм спортсменов, так как преобладание одного из этих видов нагрузок приводит к различным влияниям на сердечно-сосудистую систему. Однако разделение также носит и условный характер ввиду комбинации статических и динамических нагрузок в каждом виде спорта.

В настоящее время считается, что некоторое расширение полостей сердца (тоногенная дилатация) является основным механизмом адаптации при систематических нагрузках динамического характера. Гипертрофия у таких спортсменов оказывается минимально выражена или не выражена совсем [2].

При преимущественном применении статических нагрузок наружные размеры сердца заметно не увеличиваются либо наблюдается гипертрофия миокарда без увеличения полостей сердца. Это связано с повышением давления внутри камер сердца и повышением тонуса стенок. Таким образом, при статических физических нагрузках не наблюдается изменения деятельности сердца в сторону экономизации [2].

Адаптационные изменения в организме спортсмена происходят в соответствии с направленностью тренировочного процесса. Определенная направленность тренировочного процесса изменяет и специализирует как морфологию, так и функцию организма спортсмена.

Легкая атлетика является комплексным видом спорта, включающим дисциплины, связанные с преимущественным проявлением различных двигательных способностей и требующие высокой технической подготовленности. Ее можно рассматривать как модель для многих видов спорта [3].

**Цель** настоящего исследования заключалась в выявлении изменений морфометрии левого желудочка сердца легкоатлетов высокой квалификации, вызванных интенсивными физическими нагрузками.

**Методы и организация исследования.** В ходе работы обследовано 170 спортсменов, специализирующихся в различных видах легкой атлетики, из которых в контрольную группу (КГ) вошли 70 человек (35 юношей и 35 девушек) в возрасте от 15 до 27 лет (средний возраст –  $18,57 \pm 2,09$  лет), имеющих 1–3-й спортивные разряды по легкой атлетике, и 100 спортсменов-легкоатлетов (52 мужчины

и 48 женщин) высокой спортивной квалификации (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта, мастера спорта международного класса) в возрасте от 16 до 34 лет (средний возраст –  $22,45 \pm 3,40$  лет), составивших экспериментальную группу (ЭГ).

В ЭГ легкоатлетов было сформировано 3 группы на основании преобладающего проявления какого-либо физического качества в процессе тренировок: 1-я группа (n=39) – со скоростной направленностью тренировочного процесса; 2-я группа (n=41) – скоростно-силовой; 3-я группа (n=20) – развитие преимущественно выносливости.

Изучение морфометрических показателей сердца легкоатлетов проводилось с использованием метода эхокардиографии. В сравнительный анализ были включены следующие показатели морфометрии сердца спортсменов: диаметр полости левого желудочка (ЛЖ) – конечно-диастолический (КДР) и конечно-систолический размеры (КСР), мм; абсолютная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСЛЖд) и систолу (ТЗСЛЖс), мм; толщина межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПд) и систолу (ТМЖПс). Кроме того, с помощью эхокардиографии определялась масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г).

В исследовании проводилось вычисление с использованием формул таких расчетных величин, как площадь поверхности тела (ППТ,  $m^2$ ) [5], относительная толщина стенки левого желудочка (ОТЛ ЛЖ) [6, 7] и индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ,  $г/м^2$ ) [8].

На основе показателей относительной толщины стенки левого желудочка и индекса массы его миокарда оценивали геометрическую модель левого желудочка сердца (в соответствии с классификацией А. Ganau (1992) геометрических моделей левого желудочка по отношению ИММЛЖ и ОТС) [9].

Из числовых характеристик выборок с использованием статистических программ рассчитывались: среднее значение (М), среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) и стандартная ошибка средне-

го значения (m). При сравнении средних значений использовался непараметрический статистический критерий Манна-Уитни.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенного исследования в группе спортсменов с высокой квалификацией выявлены следующие изменения морфометрии левого желудочка сердца:

– толщина задней стенки левого желудочка в диастолу колебалась от 6 до 12,4 мм (средняя толщина –  $8,53 \pm 0,98$  мм). Превышение предельного значения (13 мм) данного показателя ни у одного спортсмена не было выявлено;

– толщина межжелудочковой перегородки в диастолу колебалась от 6 до 11 мм (средняя толщина –  $8,06 \pm 0,90$  мм). Предельный показатель нормы (12 мм) также не был превышен;

– конечный диастолический размер левого желудочка колебался от 39 до 60 мм (средняя толщина –  $47,98 \pm 4,79$  мм). У исследованных спортсменов превышения предельного значения показателя (60 мм) не наблюдалось;

– относительная толщина стенки левого желудочка колебалась от 0,25 до 0,45 (средний показатель  $0,35 \pm 0,05$  мм) и у 9 (9 %) спортсменов превышала предельный показатель ( $\leq 0,44$ ).

В контрольной группе толщина задней стенки левого желудочка в диастолу составляла  $8,07 \pm 0,89$  мм; толщина межжелудочковой перегородки в диастолу –  $7,71 \pm 0,92$  мм; конечный диастолический размер левого желудочка –  $46,31 \pm 4,43$  мм, а относительная толщина стенки левого желудочка –  $0,34 \pm 0,04$ .

Масса миокарда левого желудочка в группе высококвалифицированных спортсменов колебалась от 96,2 до 348,2 г (среднее значение –  $179,64 \pm 46,64$  г), а индекс массы миокарда левого желудочка – от 64,17 до  $155,51 г/м^2$  (среднее значение –  $100,91 \pm 19,86 г/м^2$ ).

Изменения морфометрии левого желудочка в трех группах легкоатлетов (в зависимости от направленности тренировочного процесса) высокой спортивной квалификации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика эхокардиографических показателей высококвалифицированных легкоатлетов ( $M \pm \sigma$ )

Показатель	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	мужчины (n=18)	женщины (n=21)	мужчины (n=24)	женщины (n=17)	мужчины (n=10)	женщины (n=10)
ТМЖПд, мм	$8,09 \pm 0,58$	$7,59 \pm 1,00$	$8,45 \pm 1,07$	$7,84 \pm 0,81$	$8,63 \pm 0,44^{**}$	$7,85 \pm 0,63$
ТМЖПс, мм	$11,03 \pm 1,51$	$9,94 \pm 1,15$	$11,40 \pm 1,31$	$10,32 \pm 1,73$	$11,18 \pm 1,31$	$11,17 \pm 1,15^*$
КДР ЛЖ, мм	$50,06 \pm 2,94$	$45,24 \pm 4,16$	$50,58 \pm 5,12$	$45,29 \pm 4,18$	$49,20 \pm 5,29$	$47,10 \pm 3,41^*$
КСР ЛЖ, мм	$33,39 \pm 3,48$	$30,33 \pm 3,58$	$33,71 \pm 4,94$	$30,24 \pm 3,19$	$32,50 \pm 3,57^*$	$30,90 \pm 2,64$
ТЗСЛЖд, мм	$8,52 \pm 0,59$	$7,96 \pm 1,01$	$8,90 \pm 1,21$	$8,60 \pm 1,02$	$8,80 \pm 0,42^{**}$	$8,46 \pm 0,78^*$
ТЗСЛЖс, мм	$14,81 \pm 1,41$	$14,11 \pm 1,88^*$	$15,39 \pm 1,42$	$14,09 \pm 1,31$	$15,55 \pm 0,84$	$15,00 \pm 1,56$
ММЛЖ, г	$185,67 \pm 20,61$	$151,80 \pm 32,76^*$	$209,06 \pm 62,64$	$156,54 \pm 37,45$	$199,71 \pm 33,18^*$	$175,84 \pm 38,22^*$

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  $p < 0,01$ .

Из всех групп высококвалифицированных спортсменов показатель ММЛЖ достигал наибольших величин у мужчин во 2-й группе, а у женщин – в 3-й (развитие преимущественно выносливости). Величины КДР и КСР ЛЖ у всех спортсменов экспериментальных групп находились практически в одинаковых диапазонах значений.

2-я группа (со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса) спортсменов высокой квалификации отличалась наибольшими значениями ТЗСЛЖ в диастолу как среди мужчин, так и среди женщин. Кроме того, мужчины этой группы имели самую большую величину ТМПЖ в систолу (наибольшее значение этого показателя среди женщин – в 3-й группе).

В 3-й экспериментальной группе спортсменов у мужчин и женщин наблюдались максимальные значения ТМЖП в диастолу, а также ТЗСЛЖ в систолу.

Значения всех показателей морфометрии были наименьшими в 1-й группе (со скоростной направленностью тренировок) высококвалифицированных спортсменов. Именно в этой группе зафиксировано большее количество случаев нормальной геометрии левого желудочка сердца – 35 человек (при общей численности группы – 39 спортсменов), что составило 90 %.

Все вышеперечисленные параметры контрольной группы спортсменов находились в пределах нормы во всех случаях и были статистически достоверно меньше соответствующих показателей высококвалифицированных спортсменов ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ).

При сравнении в основной группе таких расчетных величин, как ИММЛЖ и ОТС ЛЖ, были сформированы группы спортсменов (отдельно мужчины и женщины) с превышением нормальных значений этих величин (таблицы 2, 3). Среди мужчин ИММЛЖ был увеличен в 11,5 % случаев, среди женщин – в 25 %. Величины ОТС ЛЖ превышали норму у мужчин в 5,8 % случаев, у женщин – в 12,5 %.

Таблица 2 – Определение повышенных значений показателей индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) и относительной толщины стенки левого желудочка (ОТС ЛЖ) (мужчины,  $M \pm \sigma$ )

Показатель	1 группа (n=18)	2 группа (n=24)	3 группа (n=10)	Предельный показатель	Спортсмены с повышенным показателем (n / %)
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	101,70±9,51	109,72±26,23	110,43±17,31*	134	6 / 11,5
ОТС ЛЖ	0,33±0,03	0,35±0,05	0,36±0,05	0,44	3 / 5,8

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

Таблица 3 – Определение повышенных значений показателей индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) и относительной толщины стенки левого желудочка (ОТС ЛЖ) (женщины,  $M \pm \sigma$ )

Показатель	1 группа (n=21)	2 группа (n=17)	3 группа (n=10)	Предельный показатель	Спортсмены с повышенным показателем (n / %)
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	91,27±16,35*	90,61±16,17	106,53±16,97**	110	12 / 25,0
ОТС ЛЖ	0,35±0,05	0,37±0,05	0,35±0,04	0,44	6 / 12,5

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  $p < 0,01$ .

На основании полученных результатов по индексу массы миокарда левого желудочка были выделены 2 группы спортсменов: I группа – с нормальным ИММЛЖ (для мужчин ИММЛЖ < 134 г/м<sup>2</sup>, для женщин – < 110 г/м<sup>2</sup>); II группа – с увеличенным ИММЛЖ.

Среди 100 спортсменов основной группы у 82 спортсменов ИММЛЖ был в пределах нормы (I группа), а у 18 человек (18 %) отмечалась гипертрофия левого желудочка и их ИММЛЖ превышал нормальные значения (II группа). Причем 4 человека являлись легкоатлетами из группы с преимущественным развитием скоростных качеств; 6 спортсменов – со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса; 8 случаев – у легкоатлетов, тренирующих выносливость.

Таким образом, наибольшее число обследованных высококвалифицированных спортсменов имели нормальную пространственную форму левого желудочка – 82 %.

В экспериментальных группах спортсменов выявлена не только гипертрофия миокарда левого желудочка, но и различные геометрические типы его ремоделирования.

По типу геометрического ремоделирования левого желудочка были сформированы 4 группы спортсменов (в соответствии с классификацией А. Ganau (1992) геометрических моделей левого желудочка): группа с нормальной геометрией левого желудочка (НГ), с концентрической гипертрофией (КГ), с эксцентрической гипертрофией (ЭГ) и с концентрическим ремоделированием (КР). Нормальная геометрия отмечалась в основной группе у 79 (79 %) спортсменов, концентрическая гипертрофия – у 6 (6 %), эксцентрическая гипертрофия – у 12 (12 %) и концентрическое ремоделирование – у 3 (3 %) спортсменов (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение высококвалифицированных спортсменов в группы по типу геометрического ремоделирования левого желудочка сердца

Группа	НГ		КГ		ЭГ		КР	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Все спортсмены	79	79,0	6	6,0	12	12,0	3	3,0
1-я группа	35	89,8	2	5,1	2	5,1	0	0,0
2-я группа	32	78,0	4	9,8	2	4,9	3	7,3
3-я группа	12	60,0	0	0,0	8	40,0	0	0,0

Геометрические типы ремоделирования левого желудочка у высококвалифицированных спортсменов по группам (в зависимости от направленности тренировочного процесса) распределились следующим образом: в 1-й группе (со скоростной направленностью тренировочного процесса) 35 (89,8 %) спортсменов имели НГ левого желудочка, 2 (5,1 %) человека с КГ и 2 (5,1 %) человека с ЭГ; 2-я группа (со скоростно-силовой направленностью спортивных тренировок) – 32 (78 %) спортсмена с НГ, 4 (9,8 %) случая КГ, 2 (4,9 %) человека с ЭГ и 3 (7,3 %) легкоатлета с КР; у спортсменов 3-й группы (с преимущественным развитием выносливости) отсутствовали такие типы геометрического ремоделирования, как концентрическая гипертрофия и концентрическое ремоделирование, при этом 8 (40 %) человек имели ЭГ и только 12 (60 %) легкоатлетов отличались наличием НГ левого желудочка (таблица 4).

**Закключение.** Таким образом, из представленных данных следует, что наибольшее количество спортсменов (89,8 %) с нормальной геометрией левого желудочка являются представителями тех видов легкой атлетики, тренировки которых направлены на развитие такого физического качества, как скорость. При этом в данной группе спортсменов в одинаковой степени зафиксированы случаи как эксцентрической (5,1 %), так и концентрической гипертрофии (5,1 %).

Концентрическая же гипертрофия наиболее свойственна спортсменам со скоростно-силовой направленностью тренировочного процесса (9,8 %). В этой же группе наблюдается и максимальное количество случаев концентрического ремоделирования левого желудочка сердца (7,3 %).

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

Следовательно, указанные изменения морфометрических показателей представляют собой адаптацию сердца к гемодинамической нагрузке, которая вызвана использованием в тренировочной программе легкоатлетов различных специализаций упражнений различной направленности. 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 индекс массы миокарда левого желудочка связан с содержанием физических нагрузок и значительно зависит от применения в тренировочном процессе упражнений на развитие выносливости.

В дальнейшем планируется определить роль физических нагрузок различной направленности в формировании определенного типа гипертрофии левого желудочка сердца у легкоатлетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар, Е.Б. Варианты физиологической гипертрофии сердца спортсменов-легкоатлетов в связи с направленностью тренировочного процесса / Е.Б. Комар // Ученые записки: сб. рец. науч. тр. – 2010. – № 13. – С. 221–228.
2. Спортивное сердце [Электронный ресурс] / М.Г. Сычев. – Москва, 2002. – Режим доступа: <http://www.hardgainer.ru>. – Дата доступа: 19.03.2011.
3. Степанов, В.В. На пути к утверждению: имен в науке или науки в спорте / В.В. Степанов // Теория и практика физ. культуры. – 1998. – № 9. – С. 20–27.
4. Жилкин, А.И. Легкая атлетика: учеб. пособие / А.И. Жилкин, В.С. Кузьмин, Е.В. Сидорчук. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
5. Mosteller, R.D. Simplified calculation of body surface area / R.D. Mosteller // New Engl. J. Med. – 1987. – Vol. 317, № 17. – P. 1098.
6. Медицинская технология дифференцированного антигипертензивного лечения пациентов с артериальной гипертензией с ишемической болезнью сердца, направленная на вторичную профилактику инфаркта миокарда / Т.А. Нечесова [и др.]; под общ. ред. Т.А. Нечесовой. – Минск, 2010. – 10 с.
7. Clinical and echocardiographic disease in patients starting end-stage renal disease therapy / R.N. Foley [et al.] // Kidney Int. – 1995. – Vol. 47. – P. 186–192.
8. Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular anatomic measurements / R.B. Devereux [et al.] // J. Amer. Coll. Cardiology. – 1984. – Vol. 4. – P. 1222–1230.
9. Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension / A. Ganau [et al.] // J. Amer. Coll. Cardiology. – 1992. – Vol. 19. – P. 1550–1558.

22.03.2011