

© С. Ф. Задворьев, О. Б. Крысюк, А. Г. Обрезан, М. Г. Ткачук, 2018
УДК 611.127:796.071

С. Ф. Задворьев¹, О. Б. Крысюк^{1, 3}, А. Г. Обрезан^{3, 4}, М. Г. Ткачук²

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ФУТБОЛИСТОВ И БАСКЕТБОЛИСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

¹ Кафедра спортивной медицины и технологий здоровья (зав. — д-р мед. наук О. Б. Крысюк), ² кафедра анатомии (зав. — проф. М. Г. Ткачук), ФГБОУ ВПО «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта», Санкт-Петербург; ³ кафедра госпитальной терапии (зав. — проф. А. Г. Обрезан), ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»; ⁴ амбулаторное отделение (главврач — проф. А. Г. Обрезан), Международный медицинский центр «СОГАЗ», Санкт-Петербург

Цель — проанализировать морфологические особенности миокарда левого желудочка (ЛЖ) сердца у действующих профессиональных спортсменов высокой квалификации — представителей динамических видов спорта и оценить масштабы группы риска по кардиологической патологии.

Материал и методы. Проведено эхокардиографическое исследование морфологических и функциональных показателей миокарда ЛЖ, а также изучение биохимических показателей повреждения миокарда у 65 футболистов и баскетболистов высокой спортивной квалификации.

Результаты. У 26 % обследованных спортсменов выявлены отклонения строения миокарда ЛЖ от показателей «нормы» для молодых мужчин. У футболистов в сравнении с баскетболистами более выражена дилатация ЛЖ, при тенденции к более высоким объемам ЛЖ в группе футболистов). У 56 % спортсменов отмечалось значимое превышение верхней границы нормы для биомаркера повреждения сердечной мышцы — МВ-изоформы креатинкиназы.

Выводы. Выявленные изменения обусловлены хронической перегрузкой ЛЖ объемом. У высококвалифицированных футболистов в сравнении с баскетболистами отмечены более выраженные ЭхоКГ-признаки перегрузки ЛЖ.

Ключевые слова: спортивное сердце, левый желудочек, футбол, баскетбол, эхокардиография

Комплекс морфологических и функциональных особенностей сердечно-сосудистой системы, сформированных в рамках хронической адаптации этой системы спортсмена к регулярным тренировкам, известен под названием «спортивное сердце» [1, 3]. Современная концепция «спортивного сердца» формировалась с конца XIX в., пройдя путь от представления как о патологическом органическом изменении и до концепции сочетания различных процессов как физиологических — повышающих адаптацию спортсмена к нагрузкам, так и дезадаптивных или даже прогностически неблагоприятных, приводящих в итоге к ремоделированию миокарда. По данным литературы 30–40-летней давности, чем выше динамический компонент в том или ином виде спорта, тем выше риск дилатации камер сердца, в то время как силовые виды ассоциированы с гипертрофией миокарда [6]. Таким образом, реакция сердечно-сосудистой системы на перегрузку сердца объемом (в терминах закона Франка—Старлинга)

включает дилатацию камер сердца, а на перегрузку давлением — гипертрофию миокарда [6, 8].

Актуальность исследования морфогенеза «спортивного сердца» обусловлена важной прогностической ролью изменений миокарда у молодых спортсменов. На сегодняшний день накопленные данные указывают на наибольшую прогностическую значимость ремоделирования миокарда желудочков [10]. В частности, изменения морфометрических показателей левого желудочка (ЛЖ) у спортсменов ранее были ассоциированы с риском внезапной смерти [4, 9] и фибрилляции предсердий [5]. В целом гипертрофия миокарда ЛЖ является широко изученным предиктором сердечно-сосудистой смертности у молодых людей в общей популяции, однако у спортсменов такие данные довольно скудны. В качестве критерия гипертрофии миокарда ЛЖ у взрослых мужчин обычно рассматривается уровень расчетного индекса массы миокарда ЛЖ более 124,9 г на 1 м² расчетной площади поверхности тела (ППТ) [2].

Сведения об авторах:

Задворьев Сергей Федорович (e-mail: zadvoryevsf@yandex.ru), Крысюк Олег Богданович (e-mail: doctor_kob@mail.ru), кафедра спортивной медицины и технологий здоровья, Ткачук Марина Германовна (e-mail: mgtkachuk@mail.ru), кафедра анатомии, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, 190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35

Обрезан Андрей Григорьевич (e-mail: obrezan1@yandex.ru), кафедра госпитальной терапии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

В связи с интенсификацией тренировочного и соревновательного процессов, техническим совершенствованием спортивных объектов, спортивного оборудования и инвентаря важной задачей представляется исследование изменений сердечной мышцы у современных спортсменов, поскольку характер их спортивной деятельности в условиях нового технического оснащения, очевидно, имеет критическое значение в аспекте влияния спорта на сердечно-сосудистую систему.

Это обуславливает актуальность изучения особенностей сердца у современных представителей разных спортивных дисциплин с целью своевременного выявления групп риска по потенциально жизнеугрожающим или инвалидизирующим состояниям.

Цель исследования: проанализировать морфологические особенности миокарда ЛЖ сердца у действующих профессиональных спортсменов высокой квалификации — представителей динамических видов спорта и оценить масштабы группы риска по кардиологической патологии.

Материал и методы. Обследованы 65 профессиональных спортсменов высокой квалификации, мужчин, представителей российской популяции — 20 баскетболистов и 45 футболистов. Средний возраст составил $23,3 \pm 6,4$ года (средний возраст баскетболистов — $21,5 \pm 1,8$ года, футболистов — $24,1 \pm 2,0$ года). Все спортсмены дали доброволь-

ное информированное согласие на обследование. Дизайн исследования был одобрен локальным независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (протокол № 14 от 26.04.2013 г., дело № Э-264).

Для морфологической оценки сердечной мышцы проводили эхокардиографию (ЭхоКГ) при помощи аппарата УЗИ-диагностики Medison SA 9900 (Samsung Inc., Республика Корея) с оценкой статических и динамических эхокардиографических показателей в М- и В-режимах по стандартной методике трансторакального эхокардиографического исследования.

Типы геометрии миокарда ЛЖ определяли в соответствии с общепринятыми в кардиологии и УЗИ-диагностике критериями концентрических или эксцентрических изменений (относительная толщина стенки ЛЖ $>0,42$ или $<0,42$) и критериями гипертрофии миокарда ЛЖ (расчетный индекс массы миокарда $>124,9$ г/м² для мужчин) [2].

С целью оценки индексированных показателей проводили антропометрию с определением длины и массы тела с последующим расчетом ППТ по формуле Мостеллера.

Также в рамках обследования проводили биохимические анализы крови на активность маркеров повреждения мышечной ткани — аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), креатинкиназы (КФК) — общей и МВ-фракции (КФК-МВ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), сравнивали полученные данные с референсными значениями для использованных тест-систем (Abbott Architect, Abbott Inc., США). Все обследования проводили перед началом соревновательного сезона на базе амбулаторного отделения.

Статистическая обработка результатов проведена в программе SPSS 17.0 с использованием методов дескриптивной статистики, теста на нормальное распределение по Колмогорову — Смирнову, U-критерия Манна — Уитни.

Результаты исследования. В соответствии с критериями спортивного отбора ожидаемо выявлено значимое различие между группами спортсменов по ППТ, которая составила $2,25 \pm 0,04$ м² у баскетболистов против $1,93 \pm 0,04$ м² у футболистов ($p < 0,001$), что было учтено при расчете стандартизованных показателей морфометрии миокарда. Средние показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) у спортсменов значимо не различались, при этом ЧСС составила: 52 ± 4 уд/мин у баскетболистов и 54 ± 3 уд/мин у футболистов ($p > 0,05$). Маркеры повреждения сердечной мышцы (КФК-МВ, ЛДГ) также были сопоставимы в обеих группах, как и остальные маркеры повреждения мышечной ткани, при этом средний уровень КФК-МВ в обеих группах превышал 25 ЕД/л.

В табл. 1 и 2 представлены морфологические характеристики миокарда спортсменов, полученные при ЭхоКГ, и после их индексации по ППТ.

Из данных, представленных в табл. 1 и 2, следует, что индексированные показатели морфометрии ЛЖ сердца (т. е. показатели, стандартизованные по ППТ) демонстрируют иные отличия у спортсменов обследованных групп, чем

Таблица 1

Сравнительная морфологическая характеристика миокарда обследованных групп спортсменов

Показатель	Баскетболисты (n=20)	Футболисты (n=45)	p
КДР ЛЖ, мм	$54,22 \pm 3,23$	$51,81 \pm 3,49$	0,013
КСР ЛЖ, мм	$33,85 \pm 1,68$	$34,19 \pm 1,15$	НЗ
КДО ЛЖ, мл	$147,49 \pm 24,08$	$135,09 \pm 19,66$	0,036
КСО ЛЖ, мл	$50,81 \pm 12,79$	$47,50 \pm 10,85$	НЗ
ПП, мм	$41,50 \pm 7,78$	$38,55 \pm 6,09$	НЗ
ПЖ, мм	$27,29 \pm 3,87$	$28,10 \pm 2,98$	НЗ
ЛП, мм	$36,26 \pm 3,49$	$36,03 \pm 4,10$	НЗ
ЗСЛЖ, мм	$10,76 \pm 1,06$	$10,29 \pm 1,13$	НЗ
МЖП, мм	$11,21 \pm 0,83$	$11,26 \pm 1,25$	НЗ
ОТС ЛЖ	$0,406 \pm 0,033$	$0,417 \pm 0,037$	НЗ
ММ ЛЖ, г	$240,90 \pm 32,99$	$214,77 \pm 36,83$	0,010

Примечание. КДР ЛЖ — конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ — конечно-систолический размер левого желудочка; КДОЛЖ — конечно-диастолический объем левого желудочка; КСОЛЖ — конечно-систолический объем левого желудочка; ПП — правое предсердие (поперечник); ПЖ — правый желудочек (поперечный размер); ЛП — левое предсердие (диаметр); ЗСЛЖ — задняя стенка левого желудочка; МЖП — межжелудочковая перегородка; ОТС ЛЖ — относительная толщина стенки левого желудочка; ММ ЛЖ — масса миокарда левого желудочка; p — уровень значимости; НЗ — незначимо.

Таблица 2

Сравнительная характеристика индексированных показателей сердца обследованных групп спортсменов

Показатель	Баскетболисты (n=20)	Футболисты (n=45)	Р
ИКДР ЛЖ, мм/м ²	24,2±2,06	26,9±1,73	0,001
ИКСР ЛЖ, мм/м ²	15,7±1,72	17,5±2,13	НЗ
ИКДО ЛЖ, мл/м ²	65,36±10,62	70,20±9,13	НЗ
ИКСО ЛЖ, мл/м ²	22,26±5,43	24,55±5,35	НЗ
ИММ ЛЖ, г/м ²	106,07±13,35	111,21±16,28	НЗ

Примечание. ИКДР ЛЖ — индекс конечно-диастолического размера левого желудочка; ИКСР ЛЖ — индекс конечно-систолического размера левого желудочка; ИКДОЛЖ — индекс конечно-диастолического объема левого желудочка; ИКСО ЛЖ — индекс конечно-систолического объема левого желудочка; ИММ ЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; р — уровень значимости; НЗ — незначимо.

абсолютные показатели, полученные при проведении ЭхоКГ. В частности, в группе баскетболистов были значимо большими, по сравнению с группой футболистов, абсолютные показатели конечно-диастолического размера, конечно-диастолического объема и массы миокарда ЛЖ, тесно связанные с ППТ. Однако индексированный конечно-диастолический размер ЛЖ оказался значимо большим у футболистов, чем у баскетболистов. Индексированные объемные показатели в группах обследованных спортсменов значимо не различались, при этом выявлена тенденция к более высоким средним значениям этих показателей в группе футболистов, в то время как по абсолютным показателям конечно-систолический объем имел обратную тенденцию, а конечно-диастолический объем был значимо более высоким в группе баскетболистов. Масса миокарда ЛЖ также была значимо больше по абсолютному значению в группе баскетболистов, однако индекс массы миокарда ЛЖ имел тенденцию к преобладанию в группе футболистов.

Индексированные показатели объема ЛЖ в систолу и диастолу отражают дилатацию этой камеры сердца под действием длительной работы сердца в условиях большого минутного объема кровообращения и нормального системного артериального давления или, в терминах закона Франка—Старлинга, «перегрузки объемом». Дилатация ЛЖ до уровня, считающегося патологическим у людей, не занимающихся спортом [9], отмечалась у 22 обследованных по индексу конечно-диастолического объема и у 7 обследованных по индексу конечно-систолического объема.

В целом, изменение конечно-систолического размера ЛЖ сердца было более выражено, чем

Таблица 3

Распределение обследованных спортсменов по характерным типам изменений геометрии миокарда левого желудочка

Тип геометрии миокарда левого желудочка	Баскетболисты (n=20), %	Футболисты (n=45), %
Нормальная геометрия	70,0	75,6
Концентрическая гипертрофия	10,0	8,9
Эксцентрическое ремоделирование	20,0	2,2
Эксцентрическая гипертрофия	0	13,3

Примечание. Под «ремоделированием» в широком смысле подразумевается соотношение фиброза и гипертрофии миокарда, сопровождающееся макроскопической картиной изменения геометрии камер и стенок сердца.

изменение конечно-диастолического объема, что характерно для физиологической дилатации ЛЖ на фоне сохраненной его сократительной функции.

Для выявления групп риска по кардиологической патологии среди действующих профессиональных спортсменов высокой квалификации было проведено распределение обследованных спортсменов по характерным типам изменений геометрии миокарда, представленное в табл. 3.

Как следует из табл. 3, нормальная геометрия миокарда ЛЖ, характеризующая адекватную адаптацию сердца к интенсивным физическим нагрузкам [2], присутствует у 70 % высококвалифицированных баскетболистов и 76 % высококвалифицированных футболистов. При этом у 30 % высококвалифицированных баскетболистов и почти у 1/4 высококвалифицированных футболистов в процессе спортивной деятельности развивается гипертрофия или ремоделирование миокарда ЛЖ. Однако, если концентрическая гипертрофия миокарда в обеих группах спортсменов представлена сопоставимо (10 % у баскетболистов и 9 % у футболистов), то эксцентрические изменения миокарда имеют существенные различия. Так, у 20 % баскетболистов выявлено эксцентрическое ремоделирование миокарда, в то время как у футболистов оно присутствовало лишь у 2 %, а у 13 % имела место эксцентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ.

Обсуждение полученных данных. Результаты исследования свидетельствуют о существовании различий в средствах морфологической и функциональной адаптации ЛЖ к физическим нагрузкам у высококвалифицированных спортсменов, представляющих разные

виды спорта. У футболистов, в сравнении с баскетболистами, присутствуют более выраженные ЭхоКГ-признаки перегрузки ЛЖ объемом на единицу ППТ. Из этого можно заключить, что характер соревновательных нагрузок и тренировочного процесса у современных футболистов подразумевает более выраженный динамический компонент, и это различие достаточно велико, что сказывается на морфологии «спортивного сердца». Абсолютные морфометрические показатели сердечной мышцы не имеют клинического значения; следует использовать индексированные, стандартизованные по ППТ показатели объемов камер сердца или толщины его стенок.

Средний уровень маркера повреждения сердечной мышцы КФК-МВ в обеих группах превышал 99-й перцентиль для здоровых людей, не занимающихся спортом (25 ЕД/л), что указывало на умеренные изменения миокарда в обеих группах спортсменов. Это позволяет утверждать, что различия строения сердца у обследованных футболистов и баскетболистов не связаны с острым повреждением миокарда, но отражают реакцию на хроническую перегрузку, различающуюся в этих видах спорта.

Хотя баскетбол и футбол, согласно классификации видов спорта Митчелла [6], относятся к близким группам с высокой динамической и умеренной (в баскетболе) и низкой (в футболе) статической нагрузкой во время соревнований, развитие «спортивного сердца» у высококвалифицированных баскетболистов и футболистов имеет свои характерные особенности, свидетельствующие о разном вкладе динамического компонента. По данным литературных источников [11], сходные изменения, хотя и с меньшей выраженностью, у футболистов наблюдаются еще с подросткового возраста.

Около $1/4$ и более высококвалифицированных спортсменов реагируют на интенсивные физические нагрузки в футболе и баскетболе гипертрофией или ремоделированием миокарда, что заставляет рассматривать их как группу риска по гипертрофической и дилатационной кардиомиопатиям, приводящим к нарушениям сердечного ритма и внезапной сердечной смерти.

Таким образом, у высококвалифицированных футболистов, в сравнении с баскетболистами, отмечены более выраженные ЭхоКГ-признаки перегрузки ЛЖ на единицу ППТ. Различия морфологических характеристик сердца у обследованных футболистов и баскетболистов отражают реакцию организма на хроническую перегрузку миокарда. Для значимой оценки этих различий при изучении морфометрических показате-

лей сердца у спортсменов следует использовать показатели, индексированные по ППТ.

Наличие у $1/4$ и более высококвалифицированных спортсменов в видах спорта с преобладанием динамической нагрузки (баскетбол, футбол) таких проявлений перегрузки миокарда ЛЖ, как гипертрофия или дилатация желудочков, требует рассматривать таких пациентов как группу риска по развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: С. Ф. З., О. Б. К.

Сбор и обработка материала: С. Ф. З., А. Г. О.

Статистическая обработка данных: С. Ф. З.

Анализ и интерпретация данных: О. Б. К., А. Г. О., М. Г. Т.

Написание текста: С. Ф. З., О. Б. К., А. Г. О., М. Г. Т.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов С.А., Колос И.П., Лидов П.И., Смоленский А.В. и др. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2011. Вып. 6. С. 1–60 [Boitsov S.A., Kolos I.P., Lidov P.I., Smolenskiy A.V. et al. National guidelines on eligibility of athletes with cardiovascular abnormalities to training and competitive activity // Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii. 2011. Vol. 6. P. 1–60. In Russ.].
2. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца [перевод с англ. М.В. Копелевой, О.Н. Корнеевой, П.В. Крикунова и др. / Под ред. Ю.А. Васюка] // Российский кардиологический журнал. 2012. Т. 3, № 95. 28 с. [Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. Guidelines on quantitative evaluation of structure and function of cardiac chambers // Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal. 2012. Vol. 3, № 95. 28 p. In Russ.].
3. Линде Е.В., Федотова А.Г., Ахметов И.И., Астратенкова И.В. Клинико-генетические аспекты формирования патологического спортивного сердца у высококвалифицированных спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2009. Т. 3, № 12. С. 29–34 [Linde E.V., Fedotova A.G., Akhmetov I.I., Astratenkova I.V. Clinical and genetic aspects of formation of pathologic athlete's heart in elite athletes // Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kul'tury i sporta. 2009. Vol. 3, № 12. P. 29–34. In Russ.].
4. Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy: an important global disease // Am. J. Med.. 2004. Vol. 116. P. 63–65.
5. Merghani A., Malhotra A., Sharma S. The U-shaped relationship between exercise and cardiac morbidity // Trends Cardiovasc. Med. 2016. Vol. 26. P. 232–240.
6. Mitchell J.H., Blomqvist C.G., Haskell W.L. et al. Classification of sports. 16th Bethesda Conference: cardiovascular abnormali-

- ties in the athlete: recommendations regarding eligibility for competition // J. Am. Coll. Cardiol. 1985. Vol. 6. P. 1198–1199.
7. Morganroth J., Maron B. J., Henry W. L., Epstein S. E. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes // Ann. Int. Med.. 1975. Vol. 82. P. 521–524.
 8. Pavlik G., Major Z., Csajági E. et al. The athlete's heart Part II: Influencing factors on the athlete's heart: Types of sports and age (Review) // Acta Physiol. Hung. 2013. Vol. 100, № 1. P. 1–28.
 9. Poppe K. K., Doughty R. N., Gardin J. M. et al. Ethnic-specific normative reference values for echocardiographic LA and LV size, LV mass, and systolic function // JACC cardiovascular imaging. 2015. Vol. 8, № 6. P. 656–665.
 10. Rowland T. Is the 'Athlete's heart' arrhythmogenic? // Sports Med. 2011. Vol. 41, № 5. P. 401–411.
 11. Zdravkovic M., Perunicic J., Krotin M. et al. Echocardiographic study of early left ventricular remodeling in highly trained pre-adolescent footballers // J. Sci. Med. Sport. 2010. Vol. 13. P. 602–606.

Поступила в редакцию 21.04.2017

Получена после доработки 05.07.2018

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF LEFT VENTRICULAR MYOCARDIUM IN HIGHLY TRAINED FOOTBALL AND BASKETBALL PLAYERS

S. F. Zadvoryev¹, O. B. Krysiuk^{1, 3}, A. G. Obrezan^{3, 4}, M. G. Tkachuk²

Objective — to analyze morphological characteristics of left ventricle (LV) myocardium among practicing high-qualification

professional athletes specialized in dynamic sports and to evaluate the risk group of cardiac diseases.

Material and methods. Echocardiographic study of morphological and functional parameters of LV myocardium was performed and biochemical markers of myocardial damage were analyzed in 65 football and basketball players of high sports qualification.

Results. 26% of athletes examined demonstrated deviation of LV myocardial structure from reference values for young men. Football players were characterized by more profound LV dilation compared to basketball players, with a trend towards increased LV volumes in the group of football players. In 56% of the athletes, a significant elevation of myocardial damage marker (creatine kinase MB isoform) above the upper limit of normal values was detected.

Conclusions. The changes found in athletes may be explained by LV chronic volume overload. High-qualification footballers as compared to basketball players, are characterized by more profound echocardiographic signs of LV overload.

Key words: *athlete's heart, left ventricle, football, basketball, echocardiography*

¹ Department of Sports Medicine and Health Technologies, ² Department of Anatomy, P. F. Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, 35 Dekabristov Str., St. Petersburg 190121; ³ Department of Hospital Therapy, St. Petersburg State University, 7–9 Universitetskaya Naberezhnaya, St. Petersburg 199034; ⁴ Outpatient Department, «Sogaz» International Medical Center, 8 Malaya Konyushennaya Str., St. Petersburg, 191186