

## АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ К НАГРУЗКАМ РАЗНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам различной направленности изучались методами эходоплеркардиографии, вариационной пульсометрии и определения активности ферментов в сыворотке крови. У спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса выявлены различия по показателям морфометрии сердца, гемодинамики и показателям, отражающим состояние системы регуляции сердечным ритмом. Показано, что механизмы долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам различной направленности связаны, в первую очередь, с перестройкой метаболических процессов, что согласуется с принципом преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации.

**Ключевые слова:** морфометрия сердца; гемодинамика; регуляция сердечного ритма; метаболизм; спортсмены.

Направленность тренировочного процесса оказывает существенное влияние на все системы организма спортсмена, но наибольшие изменения наблюдаются в тех системах и органах, которые вносят значительный вклад в достижение спортивного результата, – в этом проявляется специфичность адаптации. По мнению Ф.З. Меерсона (1988), направленность тренировочного процесса выступает главным определяющим фактором в организации функции аппарата кровообращения – принцип преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации [1].

Известно, что долговременная адаптация спортсменов к физическим нагрузкам сопровождается изменением как морфофункциональных показателей, так и механизмов регуляции и структуры метаболизма аппарата кровообращения. Для прогноза спортивных результатов, выявления признаков адаптации и дезадаптации к мышечным нагрузкам разной направленности необходим комплексный подход в оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования – изучить механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности.

### Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе БУЗ Омской области «Врачебно-физкультурный диспансер» и ФГБОУ «Омское государственное училище олимпийского резерва». В исследовании приняли участие высококвалифицированные спортсмены (МС, МСМК, ЗМС) мужского пола, средний возраст  $21,5 \pm 0,5$  лет, стаж занятий 8–15 лет. Все обследованные были разделены на 3 группы в зависимости от направленности тренировочного процесса, согласно классификации А.Г. Дембо с соавт. (1966). В первую группу («сила») вошли 13 спортсменов, тренирующихся на развитие силы (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг). Вторую группу («быстрота») составили спортсмены, тренирующиеся на развитие скорости (легкая атлетика (спринт), шорт-трек, плавание (спринт),  $n = 19$ ). Третью группу («выносливость») составили спортсмены ( $n = 13$ ), тренирующиеся на развитие выносливости (велоспорт, лыжи, биатлон).

Исследование морфофункциональных показателей миокарда проводили методом эходоплеркардиографии в М-режиме с помощью ультразвукового диагностического комплекса LOGIC 5 General Electric (США).

Определяли морфометрические показатели сердца: конечно-диастолический размер (КДР), конечно-систолический размер, межжелудочковая перегородка (МЖП), задняя стенка левого желудочка (ЗСЛЖ). Рассчитывали гемодинамические показатели: конечно-диастолический объем (КДО), конечно-систолический объем (КСО), масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ), индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ), отношение конечно-диастолического объема к массе миокарда левого желудочка (КДО/ММЛЖ), ударный объем (УО), минутный объем (МОК), фракция выброса (ФВ).

Определение активности ферментов сыворотки крови аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), общей креатинфосфокиназы (КФК), общей лактатдегидрогеназы (ЛДГ) осуществляли с помощью биохимического анализатора Chem Well 2910 (США). Ферментативная активность указана в международных единицах (МЕ). Для определения активности ферментов использовали реактивы фирмы DiaSys Diagnostic Systems GmbH (Германия). Анализ результатов исследований проводился исходя из норм, указанных в аннотациях к работе с данными реактивами.

Для оценки механизмов регуляции использовали анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР): метод временного анализа и метод вариационной пульсометрии. В состоянии относительного покоя проводилась запись кардиоритмограммы с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). При анализе ВСР использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом [2]. Обследование проводилось в утренние часы, после отдыха (ночного сна).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ STATISTICA 6.0. Проверку на нормальность распределения проводили с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Для оценки достоверности различий несвязанных выборок использовали t-критерий Стьюдента (для параметров с нормальным распределением) и U-критерий Манна – Уитни (для параметров, которые не подчиняются закону нормального распределения).

### Результаты исследований и их обсуждение

Метод эхокардиографии позволяет производить дифференцированную количественную оценку внутренних

структур сердца – линейных и объемных размеров полостей сердца, толщины стенок желудочка и межжелудочковой перегородки, диаметра аорты, оценивать не только морфологические особенности сердца, но и функциональное состояние аппарата кровообращения [3].

Анализ данных эхокардиографического исследования выявил достоверные изменения морфологических и гемодинамических показателей у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса (табл. 1).

Таблица 1

**Морфофункциональные и гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса (M ± m)**

| Показатель              | 1-я группа «сила» | 2-я группа «быстрога» | 3-я группа «выносливость» | Различия      |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| Диаметр устья аорты, см | 2,90±0,08         | 3,05±0,06             | 2,90±0,10                 |               |
| ЛП, см                  | 3,30±0,08         | 3,51±0,07             | 3,20±0,06                 | 2/3           |
| ПЖ, см                  | 2,36±0,08         | 2,53±0,06             | 2,36±0,08                 |               |
| КДР, см                 | 4,76±0,06         | 5,06±0,06             | 5,02±0,12                 | 1/2, 1/3      |
| КСР, см                 | 3,00±0,08         | 3,21±0,04             | 3,18±0,10                 | 1/2, 1/3      |
| МЖП, см                 | 0,92±0,03         | 1,00±0,02             | 0,96±0,02                 | 1/2           |
| ЗСЛЖ, см                | 0,88±0,01         | 0,94±0,02             | 0,93±0,02                 | 1/2, 1/3      |
| КДО, мл                 | 105,88±2,83       | 122,19±3,22           | 124,02±3,26               | 1/2, 1/3      |
| КСО, мл                 | 35,38±2,07        | 41,38±1,41            | 42,47±2,92                | 1/2, 1/3      |
| УО, мл                  | 70,48±1,61        | 80,81±2,29            | 81,55±3,08                | 1/2, 1/3      |
| ФВ, %                   | 67,45±1,08        | 66,05±0,61            | 65,8±1,30                 |               |
| ММЛЖ, г                 | 146,48±4,71       | 179,45±6,19           | 175,73±6,24               | 1/2, 1/3      |
| ИММЛЖ, ед.              | 72,78±2,14        | 91,36±2,97            | 94,35±2,30                | 1/2, 1/3      |
| КДО/ММЛЖ, ед.           | 0,73±0,01         | 0,69±0,02             | 0,71±0,02                 |               |
| ЧСС, уд./мин            | 73,4±2,23         | 58,8±1,95             | 59,82±2,46                | 1/2, 1/3      |
| МОК, л/мин              | 4,65±0,51         | 4,69±0,18             | 4,68±0,26                 |               |
| САД, мм рт. ст.         | 120,26±2,48       | 115,95±1,12           | 111,59±2,17               | 1/3           |
| ДАД, мм рт. ст.         | 76,05±1,07        | 74,05±0,97            | 70,91±1,30                | 1/3           |
| ДП, усл. ед.            | 82,58±3,47        | 71,85±1,59            | 61,42±1,90                | 1/2, 1/3, 2/3 |

Примечание. 1/2, 1/3, 2/3 – различия между группами статистически значимы при  $p < 0,05$ .

При оценке морфометрических показателей сердца было выявлено достоверное увеличение показателей КДР, КСР, ЗСЛЖ ( $p < 0,05$ ) у спортсменов второй и третьей групп по сравнению с представителями первой группы. Оценка гемодинамических показателей сердца выявила статистически значимое увеличение показателей КДО, КСО и УО у спортсменов, тренирующихся «быстроту» и «выносливость», по сравнению со спортсменами, тренирующимися преимущественно «силу». Такая структурная перестройка является важным приспособительным механизмом при адаптации к мышечной работе динамического характера и создает морфологическую основу для функционирования сердца в условиях повышенного венозного возврата крови.

Увеличение показателей КДО, УО, ММЛЖ у спортсменов групп «быстрота» и «выносливость» свидетельствует о расширении полости левого желудочка, т.е. о развитии физиологической дилатации, как проявлении долговременной адаптации сердца к физическим нагрузкам динамического характера, что согласуется с мнением ряда авторов [4, 5]. Однако, по мнению Н.Д. Граевской, тренировки на выносливость ведут преимущественно к развитию гипертрофии левого желудочка [6], некоторые авторы вообще не выявили у спортсменов признаков так называемой физиологической спортивной гипертрофии миокарда [7].

Как показали наши исследования, адаптация сердца к повышенному двигательному режиму у спортсменов второй и третьей групп происходит не только за счет дилатации, но и за счет гипертрофии левого желудочка, о чем свидетельствует достоверное увеличение показателей ЗСЛЖ, МЖП, ММЛЖ и ИММЛЖ. Наличие гипертрофии миокарда оценивалось нами по показателю КДО/ММЛЖ, который позволяет опреде-

лить путь адаптации сердца к гиперфункции. В норме и при рациональной адаптации сердца к физическим нагрузкам величина КДО/ММЛЖ близка к 1.0. При преимущественном включении релаксационных механизмов, увеличении растяжимости миокарда и дилатации полостей величина КДО/ММЛЖ превышает 1.0. Напротив, преобладание пластических процессов и увеличение массы миокарда будет сопровождаться снижением этого показателя [8]. Статистически значимых различий по данному показателю между группами выявлено не было, что, вероятно, связано с наличием умеренной гипертрофии у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса. Отсутствие резко выраженной гипертрофии подтверждается тем, что показатели ЗСЛЖ и МЖП находились в пределах физиологической нормы для здоровых нетренированных людей. Толщина задней стенки левого желудочка является единственной наиболее важной определяющей характеристикой, которая ограничивает физиологическую и патологическую гипертрофию левого желудочка [9].

Сократительная способность миокарда, оцениваемая по показателю ФВ, не имела статистически значимых различий у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса. По мнению исследователей, увеличение КДО, КСО и УО при одинаковых значениях ФВ должно рассматриваться как проявление экономизации работы сердца в покое, что имеет место у спортсменов второй и третьей групп [10].

Таким образом, результаты проведенного эксперимента выявили однонаправленные изменения морфофункциональных показателей сердца у спортсменов, тренирующихся преимущественно «быстроту» и «выносливость». Нагрузки динамического характера увеличи-

вают функциональные объемы камер и растяжимость сердечной мышцы, что обеспечивает экономизацию функции сердца в покое и максимальную производительность при предельных нагрузках.

В то же время при преобладании в тренировочном процессе нагрузок статического характера (группа «сила») признаки экономизации функции выражены слабо, прослеживается тенденция к сдвигу систолического и диастолического артериального давления к верхним границам нормы (см. табл. 1).

В отношении величины УО у спортсменов с силовой направленностью тренировочного процесса можно отметить, что средние значения УО не отличаются от величины УО у нетренированных лиц. Значения минутного объема крови (МОК) не имели достоверных различий между группами с разной направленностью тренировочного процесса, что связано с различным уровнем ЧСС в состоянии покоя в изучаемых группах (табл. 1).

Наряду с количественными, отмечаются и качественные отличия функциональной эффективности сердца как целого органа у спортсменов с преобладанием в тренировочном процессе динамических нагрузок. У спортсменов второй и третьей групп в состоянии относительного покоя меньше частота сердечных сокращений, примерно одинаковые величины артериального давления и в то же время больше масса миокарда и, соответственно, меньше величины индекса двойного произведения, т.е. меньше потребление кислорода единицей массы миокарда (см. табл. 1).

Можно предположить, что различная направленность тренировочного процесса определяет различия метаболических механизмов адаптации организма в целом и отдельных его структур к мышечной деятельности. Полученные результаты согласуются с мнением ведущих спортивных кардиологов [4, 8] о том, что пути адаптации сердца спортсменов к нагрузкам статического и динамического характера различны.

Все реакции обмена веществ осуществляются ферментами, поэтому регуляция метаболизма сводится в конечном итоге к регуляции активности ферментов. В связи с этим изучение активности ферментов у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса является весьма актуальным.

Особый интерес в спортивной медицине представляют тканевые ферменты, которые при различных функциональных состояниях организма поступают в кровь из скелетных мышц и других тканей. Такие ферменты называются клеточными, или индикаторными. Повышение в крови индикаторных ферментов или их отдельных изоформ связано с нарушением проницаемости клеточных мембран тканей и может использоваться при биохимическом контроле за функциональным состоянием спортсмена. В качестве объективных маркеров состояния мышечной ткани, в том числе и сердечной, используют показатели активности следующих ферментов: АЛТ, АСТ, КФК, ЛДГ.

Аспаратаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ) наиболее активны в клетках сердца и печени, их используют для диагностики состояния этих органов. В норме в крови активность этих ферментов очень мала и составляет 5–40 Е/л. В клетках сердечной мышцы количество АСТ значительно превышает количество АЛТ, а в печени – наоборот. Одновременное определение активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) является ценным диагностическим тестом. Соотношение активностей АСТ/АЛТ называют «коэффициент де Ригиса». В норме коэффициент равен  $1,33 \pm 0,42$ . При повреждении клеток миокарда это соотношение резко возрастает, при повреждении клеток печени – снижается.

В ходе исследования установлено, что активность аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса находится в пределах возрастных и физиологических норм (табл. 2). Выявлены статистически значимые различия между исследуемыми группами: активность аминотрансфераз выше в группе спортсменов, тренирующих силовые качества, при этом «коэффициент де Ригиса» находится в пределах нормы у всех обследуемых групп.

Учитывая, что аминотрансферазы играют центральную роль в обмене белков, катализируя реакции трансаминирования аминокислот, можно предположить, что повышенная активность АСТ и АЛТ у спортсменов первой группы («сила») обусловлена интенсивностью белкового обмена в восстановительном периоде, поскольку нагрузки силовой направленности способствуют активации синтеза белка в работающих мышцах, в том числе и сердечной.

Т а б л и ц а 2

Показатели активности ферментов сыворотки крови у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса ( $M \pm m$ )

| Показатель | 1-я группа «сила» | 2-я группа «быстрота» | 3-я группа «выносливость» | Различия      |
|------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| АЛТ        | 37,09±5,11        | 18,16±1,8             | 19,74±3,46                | 1/2, 1/3      |
| АСТ        | 37,91±4,26        | 22,77±1,61            | 27,11±4,02                | 1/2           |
| КФК        | 246,46±16,90      | 122,88±10,55          | 152,97±7,35               | 1/2, 1/3, 2/3 |
| ЛДГ        | 291,21±15,00      | 258,89±6,34           | 272,74±12,29              | 1/2           |
| АСТ/АЛТ    | 1,14±0,09         | 1,42±0,12             | 1,42±0,10                 |               |

Примечание. 1/2, 1/3, 2/3 – различия между группами статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Креатинфосфокиназа (КФК) – внутриклеточный фермент – содержится преимущественно в скелетной мускулатуре, миокарде, гладких мышцах и головном мозге, осуществляет перенос фосфорной группы с креатинфосфата на АДФ и обеспечивает потребность в большом количестве энергии за короткие интервалы

времени. У спортсменов активность КФК значительно превосходит таковую у здоровых нетренированных людей [11]. Анализ активности КФК выявил достоверно высокие значения в группе спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта (табл. 2). Повышение активности креатинфосфокиназы у спортсменов первой

группы связано, на наш взгляд, с более высоким развитием мышечной массы и преобладанием креатинфосфокиназного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечении тренировочных и соревновательных нагрузок у представителей данной группы.

Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) – цитоплазматический фермент, наибольшая активность отмечается в почках, печени, сердце, скелетных мышцах, катализирует одну из важнейших реакций анаэробного гликолиза – взаимопревращение пировиноградной и молочной кислоты. Повышенная активность ЛДГ наблюдается у спортсменов в состоянии покоя и после выполнения интенсивных физических нагрузок [11, 12].

Результаты исследования выявили снижение активности ЛДГ в состоянии покоя у спортсменов второй группы, что, на наш взгляд, связано с энергетически более экономным режимом работы мышечной ткани спортсменов, тренирующих скоростно-силовые качества. При выполнении нагрузки в субмаксимальном режиме активация анаэробного гликолиза у спортсменов данной группы, напротив, происходит в большей степени, что связано с повышением активности фермента, необходимого для повышения гликолитического энергообразования в скелетных и сердечной мышцах, о чем свидетельствует максимальная концентрация молочной кислоты ( $10,94 \pm 0,28$  мм/л).

Таким образом, выявленные различия в работе сердечно-сосудистой системы между спортсменами, тренирующими преимущественно силу, быстроту и выносливость, связаны как с морфофункциональной перестройкой аппарата кровообращения, так и с изменениями в структуре метаболизма. Однако, по мнению исследователей, важным фактором, определяющим успешность адаптации аппарата кровообращения к физическим нагрузкам, является также баланс регуляторных процессов [13, 14].

По данным вариационной пульсометрии нами выявлено снижение влияния симпатического отдела ВНС (по показателям АМо), уменьшение централизации в управлении ритмом сердца (ИН) и повышении гуморально-метаболических влияний (Мо) у спортсменов второй и третьей групп. Данная закономерность усиливается по мере увеличения объема тренировочных нагрузок.

По данным временного анализа также выявлено усиление парасимпатических влияний на сердечный ритм в группах «быстрота» и «выносливость» (табл. 3). У спортсменов, тренирующих силовые качества, показатели, отражающие состояние системы регуляции сердечного ритма, находятся в пределах физиологических норм для здоровых нетренированных людей (табл. 3).

Таблица 3

Показатели математического анализа вариабельности ритма сердца у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса (M±m)

| Показатели  | 1-я группа «сила» | 2-я группа «быстрота» | 3-я группа «выносливость» | Различия      |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| Мо, с       | 0,87±0,03         | 0,99±0,02             | 1,08±0,02                 | 1/2, 1/3, 2/3 |
| АМо, %      | 41,91±1,92        | 33,74±1,53            | 33,80±1,70                | 1/2, 1/3      |
| ВР, с       | 0,32±0,02         | 0,34±0,01             | 0,35±0,02                 |               |
| ИН, усл.ед. | 85,58±10,36       | 65,74±8,00            | 50,46±5,51                | 1/3           |
| R-Rmax, мс  | 1047,94±31,80     | 1162,95±17,44         | 1238,50±23,70             | 1/2, 1/3, 2/3 |
| R-Rmin, мс  | 730,00±25,97      | 818,08±14,51          | 890,60±22,41              | 1/2, 1/3, 2/3 |

Примечание. 1/2, 1/3, 2/3 – различия между группами статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Результаты свидетельствуют, что для каждого вида физических упражнений существуют свои конкретные модели оптимального функционирования, т.е. для каждого вида спорта характерна своя функциональная система вегетативного обеспечения.

### Заключение

Выполненные исследования позволили охарактеризовать различные механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам статического и динамического характера, которые находят свое отражение в показателях морфометрии, гемодинамики и в балансе регуляторных систем.

Выявлены однонаправленные изменения морфофункциональных и гемодинамических показателей у спортсменов, в тренировочном процессе которых преобладают нагрузки динамического характера (группы «быстрота» и «выносливость»). Устойчивая адаптация аппарата кровообращения к нагрузкам динамического характера сопровождается умеренной гипертрофией миокарда и дилатацией его полостей. Морфофункциональные изменения сопровождаются усилением пара-

симпатических влияний на сердечный ритм и усилением адренореактивности миокарда, что обеспечивает экономизацию функции сердца в покое и максимальную производительность при предельных нагрузках. Однако у спортсменов, выполняющих нагрузки динамического характера, но тренирующих различные физические качества – быстроту и выносливость, выявлены различия в структуре метаболизма. У спортсменов группы «выносливость» адаптация аппарата кровообращения связана с увеличением аэробных механизмов энергообразования, о чем свидетельствует положительная корреляционная связь между показателями морфометрии и максимальным потреблением кислорода (КДО – МПК,  $r = 0,69$ ; КСО – МПК,  $r = 0,71$ ; ММЛЖ – МПК,  $r = 0,61$ ,  $p < 0,05$ ). У спортсменов, тренирующих скоростно-силовые качества, важную роль в структуре метаболизма миокарда занимают процессы анаэробного гликолиза, что подтверждает выявленная зависимость между морфофункциональными показателями миокарда и активностью лактатдегидрогеназы (КСО – ЛДГ,  $r = 0,56$ ; ФВ–ЛДГ,  $r = -0,50$ ,  $p < 0,05$ ).

У спортсменов, в тренировочном процессе которых преобладают нагрузки силовой направленности, при-

знаки экономизации функции аппарата кровообращения выражены слабо. Выявлены признаки умеренной гипертрофии миокарда без увеличения функциональных объемов сердца.

Вероятно, адаптация сердечной мышцы к гиперфункции идет за счет активации пластических процессов и синтеза белка, о чем свидетельствует высокая активность аминотрансфераз, что в конечном итоге приводит к увеличению толщины сердечной мышцы. Показатели гемодинамики (ЧСС, АД, УО, МОК) и показатели, характеризующие состояние регуляторных механизмов, находятся в пределах возрастных физиологических норм для здоровых нетренированных людей.

В структуре метаболизма увеличивается мощность анаэробных и снижается мощность аэробных путей ресинтеза АТФ, о чем свидетельствуют положительные корреляционные связи активности КФК и показателей морфометрии (КФК – КДО,  $r = 0,97$ ; КФК – КСО,

$r = 0,96$ ) и отрицательные между показателями максимального потребления кислорода и показателями морфометрии (МПК/кг – УО,  $r = -0,76$ ; МПК/кг – МОК,  $r = -0,78$ ).

По данным вариационной пульсометрии выявлено усиление парасимпатических влияний на сердечный ритм в группах «быстрота» и «выносливость». У спортсменов, тренирующих силовых качества, показатели, отражающие состояние системы регуляции сердечного ритма, находятся в пределах физиологических норм для здоровых нетренированных людей.

Таким образом, механизмы долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам различной направленности связаны, в первую очередь, с перестройкой метаболических процессов, что согласуется с принципом преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Меерсон Ф.З.* Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М.: Hypoxia Medical LTD, 1993. 331 с.
2. *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology.* Heart Rate Variability / Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // *Circulation*. 1996. Vol. 93. P. 1043–1065.
3. *Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний* / под ред. Ю.Н. Беленкова, С.К. Тернового. М.: ГЭОТАР; Медиа, 2007. С. 340–360.
4. *Дембо А.Г.* Заболевания и повреждения при занятиях спортом Л.: Медицина, 1991. 335 с.
5. *Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Арслан С.* Двухосевая эхокардиография в диагностике гипертрофии миокарда и дилатации полости левого желудочка у спортсменов // *Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана*. М.: РГАФК, 1994. С. 146–153.
6. *Граевская Н.Д., Гончарова Г.А., Калугина Г.Е.* Еще раз к проблеме «спортивного сердца» // *Теория и практика физической культуры*. 1997. № 4. С. 2–5.
7. *Pelliccia A.Di., Paolo F.M., Maron B.J.* The athlete's heart: remodeling, electrocardiogram and preparticipation Screening // *Cardiol. Rev.* 2002. Vol. 10, № 2. P. 8–90.
8. *Земцовский Э.В.* Спортивная кардиология. СПб.: Гиппократ, 1995. 448 с.
9. *Hildick-Smith D.J.R., Shapiro L.M.* Echocardiographic differentiation of pathological and physiological left ventricular hypertrophy // *Heart*. 2001(85). P. 615–619.
10. *Лыткин Ю.П.* Пути адаптации сердца к физической деятельности различного характера (эхокардиографические исследования): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1983. 24 с.
11. *Бутова О.А., Масалов С.В.* Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2011. № 1. С. 123–128.
12. *Фомин Н.А., Горохов Н.М., Тимоценко Л.В.* Особенности активности ферментов сыворотки крови у спортсменов и нетренированных лиц // *Теория и практика физической культуры*. 2006. № 1. С. 35–38.
13. *Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г.* Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 253 с.
14. *Баевский Р.М.* Концепция физиологической нормы и критерии здоровья // *Российский физиологический журнал*. 2003. Т. 89, № 4. С. 473–487.

Статья представлена научной редакцией «Педагогика и психология» 16 января 2012 г.