

Геометрия левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией

А.Б. Мирошников[✉], А.В. Смоленский
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия
[✉]benedikt116@mail.ru

Аннотация

Цель. Провести сравнительный анализ геометрии левого желудочка (ЛЖ) у спортсменов тяжелых весовых категорий силовых видов спорта (СВС) с артериальной гипертензией (АГ).

Материалы и методы. Были обследованы 238 представителей СВС (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, бодибилдинг), имеющих спортивную квалификацию кандидата в мастера спорта, мастера спорта со средней массой тела 102,7±6,4 кг и артериальным давлением (АД) покоя: систолическое АД 157,4±5,6 мм рт. ст., диастолическое АД 91,2±5,3 мм рт. ст. Всем обследованным спортсменам наряду с осмотром проводились биоимпедансометрия, стандартная электрокардиограмма покоя, двукратное измерение АД, трансторакальная эхокардиография.

Результаты. Обследование 238 спортсменов СВС тяжелых весовых категорий с АГ показало повышенный жировой компонент у спортсменов-пауэрлифтеров (подкожная жировая ткань 31,8±3,3%; индекс массы тела 34,4±1,3 кг/м²; Fat Mass Index 10,9±1,1 кг/м²; Fat-to-Muscle Ratio 0,5±0,1) и достаточно большой мышечный компонент: бодибилдинг Fat Free Mass Index (FFMI) 26,9±2,1 кг/м²; пауэрлифтинг FFMI 23,5±1,6 кг/м² и тяжелая атлетика FFMI 23,7±1,8 кг/м². Также обследование показало нарушение геометрии ЛЖ. Для спортсменов-пауэрлифтеров отмечались следующие параметры ЛЖ: масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) 270,2±28,7 г; индекс ММЛЖ (ИММЛЖ) 123,7±7,9 г/м²; относительная толщина стенки ЛЖ (ОТСЛЖ) 0,46±0,03 см. Для представителей тяжелой атлетики: ММЛЖ 267,8±32,3 г; ИММЛЖ 121,4±8,6 г/м²; ОТСЛЖ 0,45±0,02 см. Для атлетов-бодибилдеров: ММЛЖ 271,4±18,9 г; ИММЛЖ 120,1±6,3 г/м²; ОТСЛЖ 0,30±0,01 см.

Заключение. Таким образом, закономерности, полученные в отношении нарушений геометрии сердца спортсменов СВС тяжелых весовых категорий с АГ, могут служить научной основой для формирования профилактической программы физической реабилитации с приоритетной ориентацией на группы риска у таких мужчин.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертензия, силовые виды спорта, спортивное сердце, внезапная сердечная смерть, гипертрофия миокарда, ремоделирование сердца.

Для цитирования: Мирошников А.Б., Смоленский А.В. Геометрия левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией. *CardioСоматика*. 2020; 11 (1): 24–28. DOI: 10.26442/22217185.2020.1.200095

Original Article

Left ventricular geometric sportsmen power sports heavyweight with arterial hypertension

Alexander B. Miroshnikov[✉], Andrey V. Smolensky
Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia
[✉]benedikt116@mail.ru

Abstract

Aim. To conduct a comparative analysis of the geometry of the left ventricle (LV) at sportsmen heavyweight power sports with hypertension.

Material and methods. We examined 238 representatives of power sports (weightlifting, powerlifting, bodybuilding) with an average body weight of 102.7±6.4 kg and arterial blood pressure at rest: systolic blood pressure – 157.4±5.6, diastolic blood pressure – 91.2±5.3. Along with the examination, all examined athletes underwent: bioimpedansometry, standard resting electrocardiogram, two-fold measurement of blood pressure, transthoracic echocardiography.

Results. A survey of 238 weightlifting athletes of heavy weight categories with arterial hypertension showed an increased fat component in powerlifters (SAT 31.8±3.3%; BMI 34.4±1.3 kg/m²; Fat Mass Index 10.9±1.1 kg/m²; Fat-to-Muscle Ratio 0.5±0.1) and a sufficiently large muscle component: bodybuilding Fat Free Mass Index (FFMI) 26.9±2.1 kg/m²; powerlifting FFMI 23.5±1.6 kg/m² and weightlifting FFMI 23.7±1.8 kg/m². The examination also showed a violation of the geometry of the LV. For athlete powerlifters, the following LV parameters were noted: LVMM 270.2±28.7 g; LVMI 123.7±7.9 g/m²; RWTLV 0.46±0.03 sm. For representatives of weightlifting: LVMM 267.8±32.3 g; LVMI 121.4±8.6 g/m²; RWTLV 0.45±0.02 sm. For bodybuilder athletes: LVMM 271.4±18.9 g; LVMI 120.1±6.3 g/m²; RWTLV 0.30±0.01 sm.

Conclusion. Thus, the patterns obtained in relation to the geometry of the heart of athletes of power sports, heavy weight categories with arterial hypertension, can serve as a scientific basis for the formation of some aspects of the preventive program of physical rehabilitation with a priority focus on “risk groups” in such men.

Key words: blood pressure, arterial hypertension, strength sports, sports heart, sudden cardiac death, myocardial hypertrophy, heart remodeling.

For citation: Miroshnikov A.B., Smolensky A.V. Left ventricular geometric sportsmen power sports heavyweight with arterial hypertension. *Cardiosomatics*. 2020; 11 (1): 24–28. DOI: 10.26442/22217185.2020.1.200095

Введение

Гипертензия – диагноз, при котором высокое артериальное давление (АД) является основным модифицируемым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1]. Люди с высоким АД имеют повышенный риск развития ССЗ [2], а высокое АД является основной причиной развития ССЗ, смерти и инвалидности во всем мире [3]. Известно, что гипертензия уносит около 7 млн человеческих жизней ежегодно [4]. В современной популяции наблюдается значительная распространенность артериальной гипертензии (АГ), например, по данным Американского колледжа кардиологов (American College of Cardiology) и Американской ассоциации сердца (American Heart Association), распространенность АГ среди американцев в 2017 г. составила 46% [5], а в России распространенность АГ среди мужчин в некоторых регионах достигает 47%, а среди женщин повышенное АД встречается у 40% [6].

Ожидалось, что из-за своей приверженности регулярным тренировкам и здоровому образу жизни у спортсменов распространенность АГ будет ниже, чем у населения в целом. И действительно, у молодых спортсменов в исследовании S. Caselli и соавт. (2040 спортсменов в возрасте 25±6 лет, 64% мужчин, олимпийские виды спорта) было зарегистрировано всего 3% распространенности гипертензии [7]. Однако существуют виды спорта, в которых АГ встречается достаточно часто. Например, J. Longhurst и соавт. (1997 г.) одними из первых указали на повышенное АД и уязвимость сердечно-сосудистой системы спортсменов силовых видов спорта (СВС) [8]. А общая распространенность гипертензии среди атлетов СВС тяжелой весовой категории (115–120 кг) Китая (тяжелая атлетика, дзюдо, борьба, а также легкоатлетические метания – метание копья, диска и толкание ядра), по данным J. Guo и соавт. [9], составила 55,4% (у 49,5% спортсменов была легкая и умеренная гипертензия и высокая АГ – у 5,9%). Таким образом, существует очевидный парадокс между ожидаемой и зарегистрированной распространенностью системной гипертензии в спортивной популяции СВС.

Также интересно, что в современной научной периодике полностью опровергается догма, что силовая работа (СР) может привести к повышению постнагрузочного АД и к ССЗ. Метаанализ и систематический обзор 2019 г. показали, что тренировки с отягощениями связаны с более низкой смертностью и имеют дополнительный лечебный эффект, когда СР сочетают с аэробными упражнениями [10]. В исследовании Y. Liu и соавт., в котором принял участие 12 591 человек, было показано, что даже 1 ч в неделю СР, независимо от аэробной работы, связан со снижением риска ССЗ и смертности от всех причин [11]. Однако, несмотря на эти преимущества, существуют разногласия относительно влияния СР на морфологию левого желудочка (ЛЖ). Предыдущие обзоры показали, что СР увеличивает размер внутренней полости ЛЖ, толщину стенки межжелудочковой перегородки, толщину задней стенки, относительную толщину стенки (ОТСЛЖ) и массу ЛЖ [12, 13].

Возможно, из-за большого статического компонента в тренировочной программе или высокого АД во время силовой тренировки сердце спортсменов СВС подвергается дополнительной гемодинамической нагрузке. В отличие от динамической работы, статические упражнения характеризуются повышением периферического сосудистого сопротивления и нормальным или слегка повышенным сердечным

выбросом. Это увеличение периферического сосудистого сопротивления вызывает переходные состояния с потенциальным риском гипертензии и увеличением постнагрузки. Увеличение напряжения стенки ЛЖ, например, вызванное гипертензией, индуцированной увеличением постнагрузки, будет стимулировать гипертрофию миоцитов, образование коллагена и фибробластов и, таким образом, приводить к ремоделированию миокарда с непропорциональным увеличением фиброзной ткани. Эти изменения впоследствии уменьшают податливость ЛЖ, что приведет к диастолической дисфункции. Увеличение напряжения стенки ЛЖ является основным механическим фактором развития гипертрофии миокарда ЛЖ (ГЛЖ), а АД – наиболее мощным детерминантом массы ЛЖ. Тем не менее некоторые дополнительные факторы гемодинамики играют важную роль в развитии и поддержании ГЛЖ, таким образом, объемная перегрузка также вносит важный вклад в развитие гипертрофии сердца. Кроме того, увеличение общего периферического сосудистого сопротивления может быть обусловлено увеличением жесткости артериальной системы.

У атлетов тяжелых весовых категорий к статической нагрузке и высокому АД во время СР добавляется регулярная гипертензия, которая, возможно, является адаптивным ответом на большую мышечную массу. Наблюдаемое увеличение мышц, которые имеют гораздо более высокую метаболическую потребность (1 кг = 13 ккал/кг в сутки), является основной причиной повышения сердечного выброса (реакция на высокую метаболическую потребность), что приводит к повышению уровня АД у спортсменов, которые сознательно тренируются для мышечной гипертрофии. Это подтверждается исследованием J. Bella и соавт. [14], в котором они показали, что масса ЛЖ более тесно связана с мышечной массой, чем с жировой массой тела, хотя жировая масса также вносит существенный вклад в развитие АГ [15]. Тип тренировок и состав тела у гипертензивных спортсменов СВС тяжелых весовых категорий (бодибилдинг, пауэрлифтинг и тяжелая атлетика) отличается, а вот геометрия ЛЖ недостаточно изучена. На основании анализа проблемной ситуации, данных литературных источников, запросов клиницистов и спортивных врачей была поставлена цель исследования.

Цель исследования – провести сравнительный анализ геометрии ЛЖ у спортсменов тяжелых весовых категорий СВС.

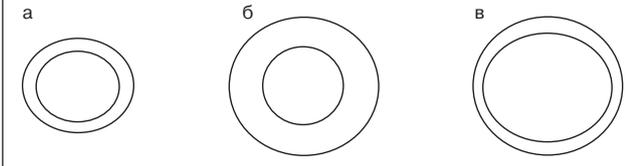
Материалы и методы

Исследование проходило на базе кафедры «Спортивная медицина» Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма с января 2017 по май 2019 г. В исследовании приняли участие 238 представителей СВС: тяжелая атлетика (n=65), пауэрлифтинг (n=90), бодибилдинг (n=83), – имеющих спортивную квалификацию кандидата в мастера спорта, мастера спорта. Средний возраст спортсменов-мужчин составил 31,0±5,2 года. Средняя масса тела атлетов составила 102,7±6,4 кг, а среднее систолическое АД составило 157,4±5,6 мм рт. ст. и диастолическое АД 91,2±5,3 мм рт. ст., АГ II стадии, более 70% спортсменов узнали об этом впервые, остальные не смогли ответить о сроке заболевания. Оказалось, что спортсмены не принимают антигипертензивные препараты и срок приема анаболических андрогенных стероидов (ААС) 3 года

Таблица 1. Антропометрические характеристики спортсменов СВС тяжелых весовых категорий с АГ

| Группа (n=238) | Подкожная жировая ткань, % | Индекс массы тела, кг/м ² | FMI, кг/м ² | FFMI, кг/м ² | FMR |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------|
| Пауэрлифтинг (n=90) | 31,8±3,3 | 34,4±1,3 | 10,9±1,1 | 23,5±1,6 | 0,5±0,1 |
| Бодибилдинг (n=83) | 16,9±1,9 | 32,4±2,8 | 5,5±0,9 | 26,9±2,1 | 0,2±0,03 |
| Тяжелая атлетика (n=65) | 24,7±1,5 | 31,5±2,5 | 7,8±0,9 | 23,7±1,8 | 0,3±0,03 |

Сравнительная характеристика геометрии ЛЖ у спортсменов СВС тяжелых весовых категорий с АГ:
а – нормальная геометрия; б – концентрическая гипертрофия: тяжелая атлетика и пауэрлифтинг;
в – эксцентрическая гипертрофия: бодибилдинг.



и более. Все участники исследования дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации.

При выполнении поставленных в работе задач использовались следующие методы: биоимпедансометрия, стандартная электрокардиограмма покоя, двукратное измерение АД, трансторакальная эхокардиография и методы математической статистики. Биоимпедансометрия выполнялась на аппарате «Медасс – АВС-02» (Россия), при ней оценивали процент мышечной и жировой ткани, далее рассчитывались индексы: Fat Mass Index (FMI), Fat Free Mass Index (FFMI) и Fat-to-Muscle Ratio (FMR). Всем обследованным спортсменам наряду с осмотром проводилась трансторакальная эхокардиография на аппаратах Aloka 3500 (Япония), кардиологическим секторным датчиком с частотой 3,5 МГц с использованием В- и М-режимов, импульсноволнового, цветного и тканевого доплера. Массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ) рассчитывали по модифицированной формуле ASE [16]: $ММЛЖ = 0,8 \times [1,04 \times ((КДР + ТМЖП + ТЗСЛЖ) \cdot 3 - КДР^3)] + 0,6$, где КДР – конечный диастолический диаметр ЛЖ, ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки в диастоле, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки ЛЖ в диастоле. Индекс ММЛЖ (ИММЛЖ) рассчитывался к площади поверхности тела, определяемой по формуле Dubois и Dubois. К ГЛЖ относили мужчин с ИММЛЖ от 116 г/м² и выше. А вид ГЛЖ определялся по формуле согласно рекомендациям R. Lang и соавт.: $ОТСЛЖ = 2ТЗСЛЖ / КДР$, где ОТСЛЖ – ОТСЛЖ в диастоле [17].

Результаты и обсуждение

Известно, что процент подкожной жировой ткани является лучшим предиктором АГ и заболеваний сердечно-сосудистой системы [18], чем индекс массы тела. В 1990 г. T. VanItallie и соавт. [19] предложили использовать индексы FMI и FFMI для более детальных антропометрических измерений. Позже K. Rao и соавт. показали, что FMI 6,6 кг/м² хорошо коррелировал у мужчин с АГ [20]. Также для лучшей корреляции с АД и компонентами метаболического синдрома в 2016 г. J. Park и соавт. предложили использовать индекс FMR, который определяли как отношение массы жира к обезжиренной мышечной массе тела [21]. Позже в крупном популяционном наблюдательном исследовании (34 182 мужчин и 32 647 женщин в возрасте 20 лет и старше) было показано, что индекс FMR хорошо коррелировал с АГ [22]. Антропометрические

измерения спортсменов СВС тяжелых весовых категорий показали (табл. 1), что спортсмены имеют достаточно высокие показатели мышечной массы. Атлеты пауэрлифтинга имеют достаточно высокий процент подкожной жировой ткани. Для сравнения, в нашем обследовании у футболистов Национальной футбольной лиги обнаружено, что FMI 2,7 кг/м², а FFMI 21,0±0,7 кг/м². Современная периодика показывает, что ожирение тесно связывают с уменьшением объема ЛЖ, увеличением массы ЛЖ и, как правило, с увеличением ОТСЛЖ [23, 24].

В настоящее время имеется ограниченное число исследований, где сравниваются морфологические адаптации ЛЖ у разных атлетов, тренированных с отягощениями. Анализируя их, становится очевидно, что сердечно-сосудистая адаптация зависит от режима СР. Например, J. Falkel и соавт. [25] сравнивали пауэрлифтеров и культуристов, выполняющих субмаксимальное и максимальное разгибание голени и приседания. У бодибилдеров выявлена перегрузка сердечного объема со значительно более высоким ударным объемом и реакциями сердечного выброса. Следовательно, СР, выполняемая культуристами, может вызвать увеличение полости ЛЖ, в отличие от тренировочных программ, предпочитаемых пауэрлифтерами. Это предположение согласуется с результатами работ A. Pelliccia и соавт. [26]. Они обнаружили, что у бодибилдеров значительно больший размер диастолической полости и массы ЛЖ, чем у пауэрлифтеров или спортсменов тяжелой атлетики. M. Nauckowsky и соавт. [27] в своем обзоре, в который вошли 13 исследований, показали, что концентрическая гипертрофия встречается у 37,5% атлетов, а у 25% спортсменов наблюдалась эксцентрическая гипертрофия. Большинство тренированных с отягощениями спортсменов, у которых выявлена концентрическая гипертрофия, были тяжелоатлетами, а меньшее число (<20%) были пауэрлифтерами. Наконец, в четырех исследованиях, в которых наблюдали эксцентрическую ГЛЖ, спортсмены были либо тяжелоатлетами, либо бодибилдерами. Наше исследование позволяет дополнить общее понимание геометрии сердца спортсменов СВС (см. рисунок).

Согласно руководству, опубликованному R. Lang и соавт. [17], ГЛЖ определяется как значительное увеличение ММЛЖ, выраженной в виде массы ЛЖ, индексированной к площади поверхности тела (>115 г/м² для мужчин). Вычисляя ОТСЛЖ, можно определить геометрическое различие массы ЛЖ и классифицировать ГЛЖ. Хорошо известно, что если ОТСЛЖ > 0,42, гипертрофия является концентрической [28]. Обследование спортсменов СВС (бодибилдинг, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика) тяжелых весовых категорий с АГ показало (табл. 2), что у этих спортсменов наблюдается ярко выраженная концентрическая ГЛЖ у пауэрлифтеров и тяжелоатлетов и эксцентрическая ГЛЖ – у бодибилдеров. В зависимости от величины ОТСЛЖ выделено 4 типа геометрии ЛЖ, причем наиболее неблагоприятными вариантами являются концентрическая ГЛЖ и концентрическое ремоделирование, поскольку формирование этих вариантов изменения ЛЖ сопряжено с раз-

Таблица 2. Сравнительный анализ геометрии сердца спортсменов СВС с АГ

| Группа (n=238) | ММЛЖ, г | ИММЛЖ, г/м ² | ОТСЛЖ, см |
|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| Пауэрлифтинг (n=90) | 270,2±28,7 | 123,7±7,9 | 0,46±0,03 |
| Бодибилдинг (n=83) | 271,4±18,9 | 120,1±6,3 | 0,30±0,01* |
| Тяжелая атлетика (n=65) | 267,8±32,3 | 121,4±8,6 | 0,45±0,02 |

*Статистически значимые различия показателей между группами $p < 0,01$.

вitiем наиболее тяжелых нарушений диастолической функции сердца, повышением диастолического и систолического сосудистого сопротивления, перегрузкой левого предсердия, гипертрофией стенки правого желудочка сердца [16]. Согласно Национальным рекомендациям по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу [29] у спортсменов при стойком повышении уровня АД > 160/90 мм рт. ст. и даже при отсутствии поражения органов-мишеней (ГЛЖ) спортсмены должны быть отстранены от занятий высокоинтенсивными статическими видами спорта до стабильной нормализации уровня АД. Однако у спортсменов с АГ с умеренным риском рекомендованы все виды спорта, за исключением видов спорта с высокой динамической и статической нагрузкой (ШС). Спортсмены – представители тяжелой атлетики, бодибилдинга и пауэрлифтинга относятся к видам спорта с высокими статическими нагрузками и низкой или умеренной динамической нагрузкой (ША, ШВ), и это не противоречит возможности занятий этими видами спорта. Следует отметить, что большинство включенных в исследование спортсменов впервые узнали о наличии у них повышенного АД.

Также хорошо известно, что спортсмены СВС регулярно используют ААС. Опрос D. Wagman и соавт. [30] показал, что 2/3 пауэрлифтеров используют ААС для улучшения спортивных результатов, а 90% респондентов указали, что исключали стероиды за 1–3 мес до соревнований. Также установлено, что у 67% спортсменов – потребителей ААС (пауэрлифтинг, тяжелая атлетика) отмечается выраженная концентрическая ГЛЖ, а эксцентрическая ГЛЖ встречается лишь в 20% у бодибилдеров [31]. Большинство исследований показало, что хроническое злоупотребление ААС может повысить как систолическое, так и диастолическое АД в результате почечной задержки натрия и спазма сосудов, индуцированных приемом стероидов.

Заключение

Литературный обзор М. Науковский и соавт. [27] показал картину нарушения геометрии ЛЖ у спортсменов СВС, где тяжелоатлеты в основной своей массе имеют концентрическую ГЛЖ, бодибилдеры – эксцентрическую ГЛЖ, а пауэрлифтеры – нормальную геометрию сердца. Наше исследование дополняет работу М. Науковский и показывает, что пауэрлифтеры тяжелых весовых категорий, отягощенные АГ, имеют концентрическую ГЛЖ. Хорошо известно, что лишняя жировая масса тела, повышенное АД или прием ААС изменяют геометрию ЛЖ в сторону утолщения стенок ЛЖ. Сравнительный анализ геометрии ЛЖ спортсменов-гипертоников показал, что в ММЛЖ и ИММЛЖ не было достоверных отличий между видами спорта, однако ОТСЛЖ статистически значимо отличалась у бодибилдеров. Можно предположить, что сама тренировочная нагрузка (которая имеет меньший статический компонент и больше динамический) вносит существенный вклад в фор-

мирование геометрии ЛЖ. Данная закономерность, полученная в отношении геометрии ЛЖ бодибилдеров, может служить научной основой для построения программ физической реабилитации спортсменов СВС, в которой будет больше динамического аэробного компонента. В связи с тем, что когорта спортсменов СВС тяжелых весовых категорий имеют достаточно большой процент развития гипертонической болезни и концентрической гипертрофии миокарда, врачам спортивной медицины необходимо установить более пристальный контроль за этой категорией спортсменов.

Ограничения исследования. Главное ограничение исследования заключалось в отсутствии контрольной группы спортсменов СВС тяжелых весовых категорий, не отягощенных АГ. Данные М. Науковский и соавт. [27], наблюдавших геометрию сердца спортсменов СВС разных весовых категорий без АГ, можно использовать для группы сравнения, однако с поправкой на разность в весовых категориях атлетов. Требуется дальнейшее изучение данной темы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

Литература/References

1. World Health Organization. A Global Brief on Hypertension, Silent Killer, Global Public Health Crisis. Geneva. Document Number: WHO/DCO/WH/2013.
2. Козьмин-Соколов Н.Б. Гипертоническая болезнь и вторичные артериальные гипертензии – современное состояние проблемы (обзор литературы – лекция). *Авиценна*. 2017; 9: 20–39.
[Koz'min-Sokolov N.B. Gipertonicheskaia bolezni' i vtorichnye arterial'nye gipertenzii – sovremennoe sostoianie problemy (obzor literatury – lektsiia). *Avitsenna*. 2017; 9: 20–39 (in Russian).]
3. Чазова И.Е. Артериальная гипертензия в свете современных рекомендаций. *Терапевтический архив*. 2018; 90 (9): 4–7.
[Chazova I.E. Arterial'naia gipertoniiia v svete sovremennykh rekomendatsii. *Therapeutic Archive*. 2018; 90 (9): 4–7 (in Russian).]
4. Fagard RH. Resistant hypertension. *Heart* 2012; 98: 254–61.
5. Atasoy S, Jobar H, Peters A, Ladwig KH. Association of hypertension cut-off values with 10-year cardiovascular mortality and clinical consequences: a real-world perspective from the prospective MONICA/KORA study. *Eur Heart J* 2019; 40 (9): 732–8.
6. Чазова И.Е., Оценкова Е.В., Жернакова Ю.В. и др. Клинические рекомендации диагностики и лечение артериальной гипертензии. *Кардиологический вестник*. 2015; 10 (1): 3–30.
[Chazova I.E., Osbcchkova E.V., Zbernakova Iu.V. et al. Klinicheskie rekomendatsii diagnostika i lechenie arterial'noi gipertonii. *Kardiologicheskii vestn*. 2015; 10 (1): 3–30 (in Russian).]
7. Caselli S, Vaquer Sequya A, Lemme E et al. Prevalence and Management of Systemic Hypertension in Athletes. *Am J Cardiol* 2017; 119: 1616–22.
8. Longhurst J, Charles S. The power athlete. *Cardiology Clin* 1997; 15: 413–29.

9. Guo J, Zhang X, Wang L et al. Prevalence of metabolic syndrome and its components among Chinese professional athletes of strength sports with different body weight categories. *PLoS One* 2013; 8: 1–7.
10. Saeidifard F, Medina-Inojosa JR, West CP et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2019; p. 1–19.
11. Liu Y, Lee DC, Li Y et al. Associations of Resistance Exercise with Cardiovascular Disease Morbidity and Mortality. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51 (3): 499–508.
12. Fagard RH. Athlete's heart: a meta-analysis of the echocardiographic experience. *Int J Sports Med* 1996; 17 (Suppl. 3): S140–4.
13. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A et al. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation* 2000; 101: 336–44.
14. Bella JN, Devereux RB, Roman MJ et al. Relations of left ventricular mass to fat-free and adipose body mass: the strong heart study. The Strong Heart Study Investigators. *Circulation* 1998; 98 (23): 2538–44.
15. Han TS, Al-Gindan YY, Govan L et al. Associations of body fat and skeletal muscle with hypertension. *J Clin Hypertens* 2018; p. 1–9.
16. Devereux R, Wachtiell K, Gerds E et al. Prognostic significance of left ventricular mass change during treatment of hypertension. *JAMA* 2004; 292: 2350–6.
17. Lang R, Bierig M, Devereux R et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr* 2006; 7: 79–108.
18. Wang Z, Zeng X, Chen Z et al. Association of visceral and total body fat with hypertension and prehypertension in a middle-aged Chinese population. *J Hypertens* 2015; 33 (8): 1555–62.
19. VanItallie TB, Yang UM, Heymsfield SB et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fatmass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 953–9.
20. Rao KM, Arlappa N, Radhika MS et al. Correlation of Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index with percentage body fat and their association with hypertension among urban South Indian adult men and women. *Ann Hum Biol* 2012; 39 (1): 54–8.
21. Park J, Kim S. Validity of muscle-to-fat ratio as a predictor of adult metabolic. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (3): 1036–45.
22. Chen Y-Y, Fang W-H, Wang C-C et al. Fat-to-muscle ratio is a useful index for cardiometabolic risks: A population-based observational study. *PLoS ONE* 2019; 14 (4): 113.
23. Gjesdal O, Bluemke DA, Lima JA. Cardiac remodeling at the population level – risk factors, screening, and outcomes. *Nat Rev Cardiol* 2011; 8: 673–85.
24. Marwick TH, Gillebert TC, Aurigemma G et al. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension: A Report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *J Am Soc Echocardiogr* 2015; 28 (7): 727–54.
25. Falkel JE, Fleck SJ, Murray TF. Comparison of central hemodynamics between powerlifters and bodybuilders during resistance exercise. *J Appl Sport* 1992; 6: 24–35.
26. Pelliccia A, Spataro A, Caselli G et al. Absence of left ventricular wall thickening in athletes engaged in intense power training. *Am J Cardiol* 1993; 72: 1048–54.
27. Haykowsky MJ, Dressendorfer R, Taylor D et al. Resistance training and cardiac hypertrophy: unravelling the training effect. *Sports Med* 2002; 32 (13): 837–49.
28. Ganau A, Devereux R, Roman M et al. Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 1550–8.
29. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2011; 7 (6).
[Natsional'nye rekomendatsii po dopusku sportsmenov s otkloneniiami so storony serdechno-sosudistoi sistemy k trenirovochno-sorevnovatel'nomu protsessu. Ratsional'naiia farmakoterapiia v kardiologii. 2011; 7 (6) (in Russian).]
30. Wagman DF, Curry LA, Cook DL. An investigation into anabolic androgenic steroid use by elite U.S. powerlifters. *J Strength Cond Res* 1995; 9: 149–54.
31. McKillop G, Todd IC, Ballantyne D. The effects of body building and anabolic steroids on left ventricular structure and function. *J Cardiovasc Technol* 1989; 8: 23–9.

Информация об авторах / Information about the authors

Мирошников Александр Борисович – канд. биол. наук, доц. каф. спортивной медицины ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ. E-mail: benedikt116@mail.ru

Смоленский Андрей Вадимович – д-р мед. наук, проф., зав. каф. спортивной медицины, ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ

Alexander B. Miroshnikov – Cand. Sci. (Med.), Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism. E-mail: benedikt116@mail.ru

Andrey V. Smolensky – D. Sci. (Med.), Prof., Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism

Статья поступила в редакцию / The article received: 20.02.2020

Статья принята к печати / The article approved for publication: 08.05.2020