

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

**Е. Н. Местникова** — ГБУ РС (Я) «Республиканский центр спортивной подготовки сборных команд Республики Саха (Якутия)», врач-кардиолог Центра спортивной медицины и реабилитации; **Ф. А. Захарова** — ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова», Медицинский институт, профессор кафедры нормальной и патологической физиологии, доктор медицинских наук; **И. А. Пинигина** — ГБУ РС (Я) «Республиканский центр спортивной подготовки сборных команд Республики Саха (Якутия)», Центр спортивной медицины и реабилитации, заведующая отделом функциональной диагностики, кандидат медицинских наук; **Н. В. Махарова** — ГБУ РС (Я) «Республиканский центр спортивной подготовки сборных команд Республики Саха (Якутия)», главный врач Центра спортивной медицины и реабилитации, доктор медицинских наук.

## FUNCTIONAL HEART CAPACITY IN ATHLETES WITH DIFFERENT LEVELS OF BLOOD PRESSURE IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

**E. N. Mestnikova** — Republican Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Cardiologist of Center for Sports Medicine and Rehabilitation; **F. A. Zakharova** — North-Eastern Federal University n. a. M. K. Ammosov, Medical Institute, Professor of Department of Normal and Pathological Physiology, DSc; **I. A. Pinigina** — Republican Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Center for Sports Medicine and Rehabilitation, Head of Department of Functional Diagnostics, PhD; **N. V. Makharova** — Republican Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Head Physician of Center for Sports Medicine and Rehabilitation, DSc.

Дата поступления — 23.12.2019 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

**Местникова Е. Н., Захарова Ф. А., Пинигина И. А., Махарова Н. В.** Функциональные возможности сердца у спортсменов с разным уровнем артериального давления в Республике Саха (Якутия). Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (2): 452–458.

**Цель:** оценить резервные возможности сердца у спортсменов с разным уровнем артериального давления в Республике Саха (Якутия). **Материал и методы.** Обследовано 205 лиц мужского пола якутской национальности в возрасте от 18 до 30 лет (средний возраст составил  $22,2 \pm 4,0$ ), из них профессиональных спортсменов 147, лиц группы контроля 58. Всем исследуемым проведены: антропометрия, измерение офисного и суточного уровня артериального давления (АД) (суточное мониторирование), эхокардиография, биоимпедансометрия, генетическое исследование. **Результаты.** Скрытая артериальная гипертензия (АГ) выявлена у 40,8% исследованных спортсменов, чаще наблюдается у спортсменов квалификации «мастер спорта» ( $\chi^2=5,68$ ,  $df=1$ ,  $p=0,013$ ) и не зависит от направленности тренировочной деятельности (вида спорта) ( $\chi^2=2,09$ ,  $df=1$ ,  $p=0,107$ ). Несмотря на одинаковый спортивный стаж и направленность тренировочной деятельности, у спортсменов со скрытой АГ отмечаются низкие значения ударного объема сердца ( $p=0,033$ ) и, соответственно, ударного индекса сердца ( $p=0,041$ ), высокий показатель двойного произведения и высокие значения толщины стенок левого желудочка (ЛЖ), индекса массы миокарда ЛЖ и снижение конечно-диастолического объема ЛЖ по сравнению со спортсменами с нормальным уровнем АД. **Заключение.** У спортсменов со скрытой АГ установлено снижение резервных возможностей сердца, отмечен менее экономичный режим работы в покое, о чем свидетельствуют показатели центральной гемодинамики и структурно-функциональные показатели ЛЖ.

**Ключевые слова:** спортивное сердце, скрытая артериальная гипертензия, ремоделирование миокарда, гемодинамика.

**Mestnikova EN, Zakharova FA, Pinigina IA, Makharova NV.** Functional heart capacity in athletes with different levels of blood pressure in the Republic of Sakha (Yakutia). Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (2): 452–458.

**Objective:** to evaluate the reserve capacity of the heart in athletes with different levels of blood pressure in the Republic of Sakha (Yakutia). **Material and Methods.** 205 males of Yakut nationality aged 18 to 30 years old were examined (average age was  $22.2 \pm 4.04$ ), 147 of them were professional athletes, 58 control persons. Anthropometry was performed in all subjects, measurement of office blood pressure levels, ambulatory monitoring of blood pressure, echocardiography, bioimpedansometry, genetic research. **Results.** In our study, the masked hypertension was detected in 40.8% of the athletes, and more often observed in athletes with the “master of sports” qualification ( $\chi^2=5.68$ ,  $df=1$ ,  $p=0.013$ ) and does not depend on the orientation of the training activity (kind of sport) ( $\chi^2=2.09$ ,  $df=1$ ,  $p=0.107$ ). Despite the same sports experience and orientation of training activity, athletes with masked hypertension have low values of heart stroke volume ( $p=0.033$ ) and, accordingly, heart stroke index ( $p=0.041$ ), a high double product, and high left ventricle (LV) wall thickness, LV myocardial mass index and a decrease in the end-diastolic volume of the left ventricle compared with athletes with a normal blood pressure level. **Conclusion.** In athletes with masked hypertension, a decrease in the reserve capacity of the heart and a less economical mode of work at rest were noted, as evidenced by the indicators of central hemodynamics and the structural and functional parameters of the LV.

**Key words:** heart of an athlete, masked hypertension, myocardial remodeling, hemodynamics.

**Введение.** Физическая работоспособность как один из показателей спортивной успешности зависит от целого ряда факторов: состояния здоровья, функционального состояния систем организма, интенсивности и направленности тренировочных нагрузок, индивидуально-типологических особенностей, генетических факторов и т.д. Одним из основополагающих звеньев высокой физической работоспособности, как известно, является физиологическое «спортивное сердце» спортсмена, которое определяется целым рядом гуморальных и гемодинамических механизмов [1, 2].

Известно, что обязательным компонентом адаптационного становления спортивного сердца является изменение морфологических структур сердца и показателей системной гемодинамики [1]. Любое негативное воздействие факторов внешней среды (стресс, заболевание, вредные привычки, среда проживания) на фоне чрезмерных физических нагрузок может приводить к нарушениям процессов адаптации и развитию патологических состояний.

Уровень артериального давления (АД) в покое, колебания его в течение суток, реакция АД на физическую нагрузку позволяют получить важную информацию о функционировании сердечно-сосудистой системы с точки зрения резервных возможностей [1].

Изучение вклада уровня артериального давления у спортсменов в процесс адаптации и поддержания высокой физической работоспособности является достаточно актуальной проблемой, так как артериальная гипертензия — наиболее часто диагностируемая патология у спортсменов [4].

**Цель:** оценить резервные возможности сердца у спортсменов с разным уровнем артериального давления в Республике Саха (Якутия).

**Материал и методы.** Обследовано 205 лиц мужского пола якутской национальности в возрасте от 18 до 30 лет (средний возраст составил  $22,2 \pm 4,0$ ). В основную группу исследования вошли 147 профессиональных спортсменов высокого спортивного мастерства: кандидаты в мастера спорта, мастера спорта, мастера спорта международного класса (единоборства — 117, циклические виды спорта — 30).

В зависимости от уровня офисного и суточного АД спортсмены распределены на группы: группа 1 — лица с нормальным уровнем офисного и суточного АД ( $n=87$ ; 59,2%, средний возраст  $21,8 \pm 3,5$  года); группа 2 — лица со скрытой АГ ( $n=60$ ; 40,8%, средний возраст  $22,8 \pm 4,8$  года). Группа контроля (группа К) представлена практически здоровыми лицами, сопоставимыми по возрасту и полу ( $n=58$ , средний возраст  $21,7 \pm 3,4$  года), с нормальным уровнем офисного и суточного АД, без регулярных физических нагрузок.

Согласно критериям «Рекомендаций по лечению больных с артериальной гипертензией (АГ) Европейского общества кардиологов (ЕОК, ESC) и Европейского общества по артериальной гипертензии (ЕОАГ, ESH)» (2018) в качестве пороговых значений приняты следующие показатели: за нормальный уровень «офисного» АД принято значение не более 140/90 мм рт. ст.; критериям АГ по результатам суточного мониторирования АД (СМАД) соответствовало среднесуточное САД (систолическое АД) и ДАД (диастолическое АД) более 130/80 мм рт. ст. и/или среднее дневное более 135/85 мм рт. ст. и/или среднее

ночное — более 120/70 мм рт. ст. За скрытую АГ принято сочетание нормального уровня офисного АД и повышенного суточного АД по результатам СМАД. Суточный профиль АД оценивали по значению суточного индекса (СИ) САД и ДАД («диппер» — нормальное снижение АД в ночное время 10–20%, «нондиппер» — недостаточное снижение <10%, «овердиппер» — чрезмерное снижение >20%, «найпикер» — ночная гипертензия <0%).

Измерение офисного АД проводили согласно общепринятым правилам по методу Н.С. Короткова 3-кратно, в покое, после 30-минутного отдыха. Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводилось с использованием портативного регистратора артериального давления МДП-НС-02с («ДМС Передовые технологии» (Россия)). Измерение АД осуществлялось осциллометрическим методом в фазу декомпрессии. Кратность измерений АД в дневные часы составила каждые 20 минут, в ночные — каждые 30 минут. Анализ данных проводили при числе успешных измерений более 70% от всех измерений за сутки. Для исключения гипердиагностики «скрытой АГ» на фоне физиологического повышения АД во время интенсивных физических нагрузок накануне и в день исследования спортсмены полностью освобождались от тренировок.

Для оценки резервных возможностей сердца всем исследуемым проведены:

1) **общеклиническое обследование**, включающее сбор жалоб, анамнеза жизни, спортивного анамнеза, физикальный осмотр, измерение офисного АД по общепринятой методике;

2) **антропометрия:** измерение длины тела (ДТ, см), массы тела (МТ, кг), с последующим расчетом индекса массы тела  $ИМТ (кг/м^2) = МТ (кг) / ДТ^2 (м^2)$  и площади поверхности тела  $ППТ (м^2) = 0,007184 * МТ (кг)^{0,425} * ДТ (см)^{0,725}$ . Длину тела измеряли с помощью вертикального ростомера в положении стоя без обуви. Измерение массы тела выполняли на электронных тензометрических весах для напольного статического взвешивания («Масса-К», Россия);

3) **эхокардиографическая оценка морфофункциональных показателей сердца** на стационарной диагностической ультразвуковой системе DC-3 Mindray (Китай), в утреннее время. Измерение показателей проводили трансторакальным доступом в стандартных позициях с помощью секторного датчика с частотой звуковой волны 1–5 МГц в М-, В- и доплеровском режиме. Диастолическая функция левого желудочка (ЛЖ) оценивалась на основании скоростных показателей тканевого импульсно-волнового доплера. Для нивелирования антропометрических различий рассчитаны индексированные показатели по отношению к площади поверхности тела (индекс=показатель/ППТ). Массу миокарда ЛЖ рассчитывали по формуле  $ММЛЖ = 0,8 * [(1,04) * ((Т-МЖП+КДР+Т-ЗСЛЖ) * 3 - КДРЗ)] + 0,6$  [6]. За критерии ремоделирования миокарда ЛЖ приняты: норма —  $ИММЛЖ < 115 г/м^2$ ,  $ОТС < 0,42$ ; концентрическая гипертрофия (КГЛЖ) —  $ИММЛЖ > 115 г/м^2$ ,  $ОТС > 0,42$ ; эксцентрическая гипертрофия (ЭГЛЖ) —  $ИММЛЖ > 115 г/м^2$ ,  $ОТС < 0,42$ ; концентрическое ремоделирование (КР) —  $ИММЛЖ < 115 г/м^2$ ,  $ОТС > 0,42$  [6]. Согласно «Национальным рекомендациям по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу» (2011) критериями «физиологического спортивного сердца» считается симметричная гипертрофия миокарда с толщиной

задней стенки ЛЖ и межжелудочковой перегородки от 13,0 до 15,0 мм и конечно-диастолическим размером не более 60 мм, без нарушения диастолической и систолической функции.

4) *биоимпедансометрия* на реографе «Диамант-Р» (Россия) в условиях стандартного образа жизни и питания спортсменов. Оценивали показатели минутного и ударного объемов кровообращения (МОК, УОК), их расчетные индексы на ППТ: сердечный (СИ) и ударный индексы (УИ). Двойное произведение (индекс Робинсона), которое тесно коррелирует с потреблением кислорода единицей массы миокарда, рассчитывали по формуле  $ДП = САД \cdot ЧСС / 100$ , усл. ед. [7]. Также оценивали механическую работу сердца по рабочему индексу ЛЖ (РИЛЖ) и рабочему ударному индексу ЛЖ (РУИЛЖ). Расчеты производили по следующим формулам:  $РИЛЖ = СИ \cdot 1,055 \cdot (САД - 5) \cdot 0,0136$ ;  $РУИЛЖ = УИ \cdot 1,65 \cdot (САД - 5) \cdot 0,0136$ , где 1,055 — удельный вес крови, г/см; 5 — условно принятая величина диастолического давления в левом желудочке; 0,0136 — удельный вес ртути, г/см [8].

Для изучения оценки *генетического вклада* в развитие артериальной гипертензии были включены следующие гены: ген ангиотензинпревращающего фермента (ACE), полиморфизм I/D (rs4646994), ген 1-альфа коактиватора гамма рецептора (PPARGC1A), полиморфизм G/A (rs8192678), ген аденозиндезаминазы (ADARB2), полиморфизм G/T (rs11250728), ген альфа-рецептора, активируемого пролифератором пероксисом (PPARA), полиморфизм G/C (rs4253778), ген аполипопротеина E (APOE), полиморфизм G/T (rs429358). Равновесие изучаемых генов соответствовало равновесию Харди–Вайнберга. Генотипирование полиморфных позиций SNP (single nucleotide polymorphism, однонуклеотидный полиморфизм) проводилось методом полимеразной цепной реакции с флуоресцентной детекцией продуктов амплификации в режиме реального времени (Real-time PCR).

*Статистическая обработка результатов.* Расчет размера выборки проведен с использованием программного обеспечения Open Epi (Dean AG, Sullivan KM, Soe MM; Open Epi: Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, Version 3.01). Статистическая обработка результатов проведена с использованием программного обеспечения Statistics, версия 19 (SPSS Inc., an IBM Company, США).

Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. С учетом отсутствия нормального распределения изучаемых показателей использовали непараметрические методы статистического анализа материала. Качественные показатели представлены в виде частот, а количественные в виде медианы и квартильных интервалов ( $Me (Q_{25}; Q_{75})$ ). Оценку различий количественных показателей в двух независимых группах сравнения осуществляли с помощью критерия Манна–Уитни. Сравнение групп по качественным признакам выполняли с помощью таблиц сопряженности с использованием хи-квадрата по Пирсону.

Частоты аллелей и генотипов сравнивали с применением точного двустороннего критерия Фишера. Для каждого полиморфизма генов рассчитывали соответствия частоты генотипов равновесию Харди–Вайнберга по следующим формулам:  $Exp(AA) = p^2n$ ;  $Exp(AB) = 2pqn$ ;  $Exp(BB) = q^2n$ , где  $Exp(AA, AB, BB)$  — ожидаемая (абсолютная) частота генотипа AA, AB, BB соответственно;  $p$  — частота аллеля A;  $q$  — частота аллеля B;  $n$  — общее число ис-

следуемых [9]. Сравнение полученного фактического распределения генотипов с ожидаемым выполняли с использованием критерия хи-квадрат. Соотношение шансов рассчитывали с использованием критерия  $\chi^2$  с 95%-м доверительным интервалом в программном обеспечении Open Epi (Версия 3.01). За критический уровень значимости ( $p$ ) принято 5%.

Исследование проведено в соответствии со стандартами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом по биомедицинской этике Медицинского института Северо-Восточного федерального университета (протокол №10 от 22 мая 2017 г.). От всех исследуемых получено письменное добровольное информированное согласие на исследование.

**Результаты.** Скрытая АГ выявлена у 40,8% ( $n=60$ ) спортсменов. Все группы исследования сопоставимы по полу, среднему возрасту, антропометрическим данным, спортивному стажу и уровню офисного САД и ДАД (табл. 1).

Показатели пульсового АД, среднего АД и усредненные показатели суточного АД ожидаемо статистически достоверно значимо отличались ( $p \leq 0,001$ ) и оказались выше в группе спортсменов со скрытой АГ (группа 2).

Оценка взаимосвязи наличия скрытой АГ со спортивными факторами (направленность тренировочной деятельности, уровень спортивного мастерства) показала, что высокий уровень АД чаще встречается у спортсменов квалификации «мастер спорта» ( $\chi^2=5,68$ ,  $df=1$ ,  $p=0,013$ ) и не зависит от направленности тренировочной деятельности (вида спорта) ( $\chi^2=2,09$ ,  $df=1$ ,  $p=0,107$ ).

Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики в исследуемых группах показал, что у спортсменов ожидаемо более высокие показатели УОК, УИ и низкое ЧСС по сравнению с группой контроля ( $p \leq 0,05$ ). У спортсменов со скрытой АГ отмечаются низкие значения ударного объема сердца ( $p=0,033$ ) и, соответственно, ударного индекса сердца ( $p=0,041$ ), а также высокий показатель двойного произведения, по сравнению со спортсменами с нормальным уровнем АД. Расчет работы сердца показал, что у спортсменов со скрытой АГ (группа 2) наблюдаются высокие показатели рабочего индекса и рабочего ударного индекса ЛЖ ( $p \leq 0,001$ ) (табл. 2).

Эхокардиографическое исследование прошли 120 спортсменов и 58 лиц группы контроля, для нивелирования разницы антропометрических данных рассчитаны индексированные значения структурно-функциональных показателей сердца.

Сравнительный анализ структурно-функциональных показателей сердца показал статистически значимо высокие показатели индексов толщины межжелудочковой перегородки, задней стенки ЛЖ, массы миокарда и относительной толщины стенки ЛЖ, конечно-систолического размера ЛЖ в группе спортсменов со скрытой АГ (группа 2) (табл. 3).

У спортсменов группы 1 (без АГ) нормальная геометрия левого желудочка выявлена у 73 (83,9%) спортсменов, патологическая у 14 (16,1%), из них: концентрическая ГЛЖ у 2 (2,3%), эксцентрическая ГЛЖ у 2 (2,3%), концентрическое ремоделирование у 10 (11,5%) спортсменов. У спортсменов группы 2 (скрытая АГ) нормальная геометрия ЛЖ отмечена у 33 (55%) спортсменов, патологическая у 27 (45%), из них: концентрическая ГЛЖ у 3 (5,0%), эксцентри-



Таблица 1

Клиническая характеристика исследуемых групп, Me (Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>)

Показатель	Спортсмены (n=147)		Группа контроля (n=58)	p	
	группа 1 (n=87)	группа 2 (n=60)			
Возраст, годы	20 (19; 24)	21 (19,2; 26)	21 (19; 24)	0,298	
Спорт. стаж, годы	8 (6; 11)	9 (6; 11)	-	0,211	
Масса тела, кг	65,6 (61,6; 72,0)	68,0 (64,0; 74,7)	65,0 (62,0; 72,5)	0,084	
Длина тела, см	169 (166; 175)	169,5 (165,2; 174,0)	171,0 (165,5; 175,0)	0,319	
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	22,8 (21,6; 24,2)	23,8 (22,0; 25,6)	22,8 (21,2; 24,1)	0,072	
ППТ, м <sup>2</sup>	1,8 (1,7; 1,9)	1,8 (1,7; 1,9)	1,8 (1,7; 1,8)	0,271	
Офисное	САД	110 (110; 120)	110 (110; 120)	0,091	
	ДАД	70 (70; 80)	80 (70; 80)	0,267	
Пульсовое АД	43,9 (39,4; 50,9)	56,3 (51,2; 67,2)	39,1 (37,0; 50,1) <sup>1</sup>	<0,001	
Среднее АД	91,9 (87,5; 96,0)	106,6 (102,2; 111,8)	89,1 (85,0; 93,4) <sup>1</sup>	<0,001	
Среднее за сутки	САД	122,1 (117,2; 127,9)	145,2 (139,6; 150,8)	117,0 (115,0; 121,5)	<0,001
	ДАД	76,0 (72,1; 80,7)	87,8 (80,0; 96,9)	76,0 (72,3; 77,4) <sup>1</sup>	<0,001
Среднее дневное	САД	128,5 (120,5; 133,2)	150,4 (144,1; 158,0)	115,9 (115,2; 131,2) <sup>1</sup>	<0,001
	ДАД	80,4 (76,6; 85,8)	93,9 (84,0; 100,7)	77,3 (73,0; 92,0) <sup>1</sup>	<0,001
Среднее ночное	САД	113,4 (103,0; 120,0)	134,2 (126,5; 141,0)	108,3 (97,0; 109,5) <sup>1</sup>	<0,001
	ДАД	68,5 (62,4; 73,4)	77,0 (69,9; 84,1)	70,9 (60,5; 71,6) <sup>1</sup>	<0,001

Примечание: p — значимость различий между группой 1 и группой 2; <sup>1</sup> — значимость различий между группой контроля и группой 2, p<0,05; ИМТ — индекс массы тела; ППТ — площадь поверхности тела; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление.

Таблица 2

Показатели центральной гемодинамики и работы сердца, Me (Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>)

Показатель	Спортсмены (n=147)		Группа контроля (n=58)	p
	группа 1 (n=87)	группа 2 (n=60)		
МОК	6,0 (5,3; 6,7)	5,9 (5,2; 6,7)	6,0 (5,3; 6,5)	0,560
УОК	104,4 (92,5; 111,9)	97,0 (87,0; 109,5)	85,2 (77,0; 101,0) <sup>1,2</sup>	0,033
СИ	3,7 (3,2; 4,2)	3,5 (3,1; 4,1)	3,6 (3,0; 4,3)	0,446
УИ	63,9 (57,2; 70,2)	60,1 (50,2; 71,0)	52,4 (43,7; 63,3) <sup>1,2</sup>	0,041
ОПСС	1204 (1080; 1378)	1262,5 (1108,7; 1384,7)	1164,5 (1076,2; 1303,2)	0,356
ЧСС	62 (57; 70)	65,0 (57,2; 71,7)	72,0 (65,0; 79,0) <sup>1,2</sup>	0,589
ДП	77,1 (69,0; 84,7)	94,8 (82,9; 103,5)	78,8 (78,2; 85,4) <sup>2</sup>	<0,001
РИ ЛЖ	6,2 (5,3; 7,0)	7,2 (6,5; 8,6)	4,7 (3,8; 6,0) <sup>1,2</sup>	<0,001
РУИ ЛЖ	167,9 (148,4; 182,5)	190,2 (159,3; 234,1)	125,0 (110,5; 154,7) <sup>1,2</sup>	<0,001

Примечание: p — значимость различий между группой 1 и группой 2; <sup>1</sup> — значимость различий между группой контроля и группой 1, p<0,05; <sup>2</sup> — значимость различий между группой контроля и группой 2, p<0,05; МОК — минутный объем кровообращения; УОК — ударный объем кровообращения; СИ — сердечный индекс; УИ — ударный индекс; ОПСС — общее периферическое сопротивление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ДП — двойное произведение; РИ ЛЖ — рабочий индекс левого желудочка; РУИ ЛЖ — рабочий ударный индекс левого желудочка.

Таблица 3

Индексированные структурные показатели сердца, Me (Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>)

Индекс структурного показателя	Группа 1: норм. АД (n=87)	Группа 2: скрытая АГ (n=60)	Контроль (n=58)	p
ИТ-МЖП	0,52 (0,46; 0,54)	0,55 (0,50; 0,59)	0,47 (0,44; 0,52) <sup>1,2</sup>	0,001
ИТ-ЗСЛЖ	0,50 (0,46; 0,54)	0,55 (0,50; 0,59)	0,49 (0,43; 0,51) <sup>1,2</sup>	<0,001
ИКДР	2,7 (2,6; 2,9)	2,72 (2,55; 2,95)	2,7 (2,6; 2,9)	0,174
ИКСР	1,8 (1,6; 1,9)	1,7 (1,6; 1,8)	1,76 (1,6; 1,9)	0,130
ИКДО	64,8 (59,8; 71,9)	62,2 (56,6; 73,7)	62,0 (54,0; 63,6)	0,036

Индекс структурного показателя	Группа 1: норм. АД (n=87)	Группа 2: скрытая АГ (n=60)	Контроль (n=58)	p
ИКСО	22,3 (18,7; 26,9)	20,6 (16,4; 25,5)	19,5 (17,9; 23,2)	0,074
ИММЛЖ	87,1 (79,8; 102,7)	97,1 (85,2; 119,9)	70,2 (63,6; 80,7) <sup>1,2</sup>	0,006
ОТС ЛЖ	0,36 (0,33; 0,40)	0,42 (0,36; 0,43)	0,35 (0,32; 0,37) <sup>1,2</sup>	<0,001

Примечание: p — значимость различий между группой 1 и группой 2; <sup>1</sup> — значимость различий между группой контроля и группой 1, p<0,05; <sup>2</sup> — значимость различий между группой контроля и группой 2, p<0,05; ИТ-МЖП — индекс толщины межжелудочковой перегородки левого желудочка; ИТ-ЗСЛЖ — индекс толщины задней стенки левого желудочка; ИКДР — индекс конечно-диастолического размера; ИКСР — индекс конечно-систолического размера; ИКДО — индекс конечно-диастолического объема; ИКСО — индекс конечно-систолического объема; ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС — относительная толщина стенки ЛЖ.

ческая ГЛЖ у 5 (8,3%), концентрическое ремоделирование у 19 (31,7%) спортсменов (рисунок).

При сопоставлении данных СМАД и ЭхоКГ выявлена статистически значимая взаимосвязь уровня АД и наличия структурного ремоделирования миокарда ЛЖ у исследуемых спортсменов ( $\chi^2=23,306$ ,  $df=1$ ,  $p\leq 0,0001$ ). У спортсменов со скрытой АГ (группа 2) шансы иметь ремоделирование миокарда ЛЖ в 7,6 раза выше, чем у спортсменов с нормальным уровнем АД. Выявлена значимая связь высокого уровня АД с наличием эксцентрической ГЛЖ ( $\chi^2=4,09$ ,  $df=1$ ,  $p=0,043$ ) и концентрическим ремоделированием ЛЖ ( $\chi^2=14,65$ ,  $df=1$ ,  $p\leq 0,001$ ).

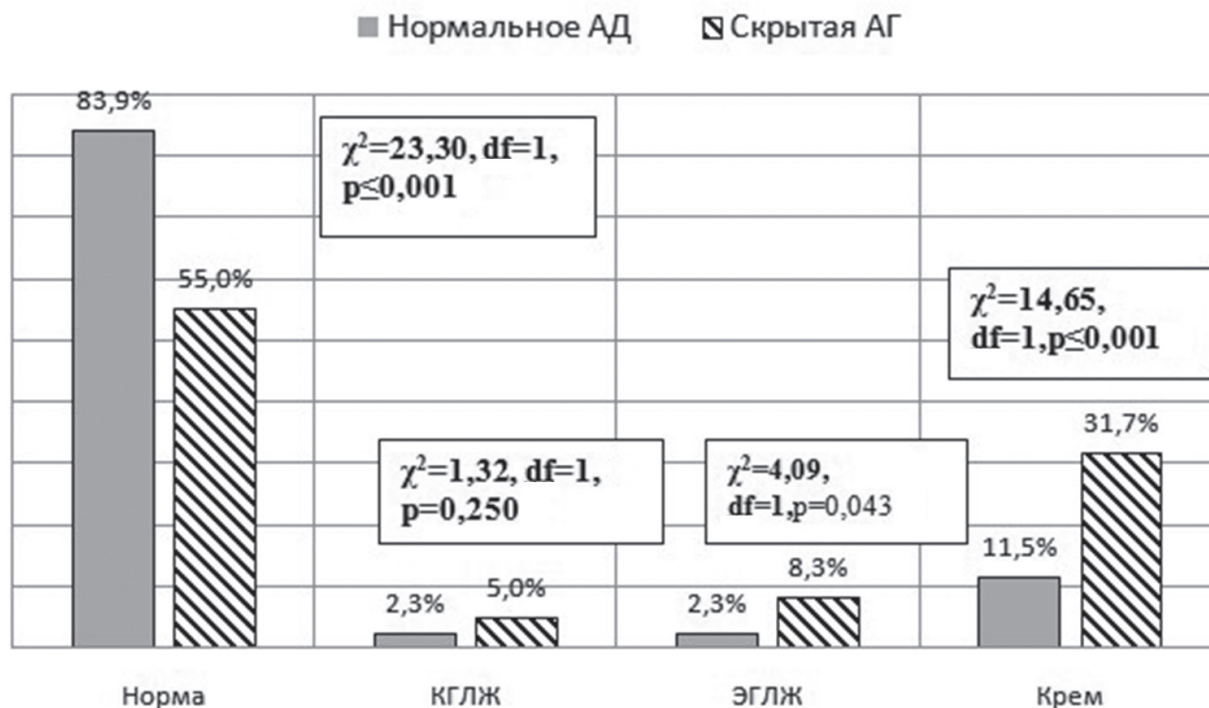
В анализ распределения частот аллелей и генотипов изучаемых генов включены спортсмены, имеющие скрытую артериальную гипертензию с нормальной геометрией миокарда ЛЖ (скрытая АГ-НГ) (n=33). Это обусловлено тем, что ремоделирование миокарда может приводить к повышению артериального давления, а в исследовании «случай — контроль» невозможно сказать, что же первично: артериальная гипертензия или ремоделирование миокарда.

При сравнительном анализе статистически достоверно значимое отличие по частоте аллелей и геноти-

пов выявлено в отношении генов ACE и PPARGC1A. Патологическая аллель D гена ACE чаще встречается у спортсменов со скрытой АГ (48,0 против 27,6% в группе контроля,  $\chi^2=6,51$ ,  $df=1$ ,  $p=0,01$ ), как и носительство генотипа ID и DD (48 и 24% против 34,5 и 10,3% соответственно,  $\chi^2=5,83$ ,  $df=1$ ,  $p=0,05$ ). В отношении гена PPARGC1A в группе спортсменов со скрытой АГ чаще встречается аллель A (42,0 против 25,0% в группе контроля,  $\chi^2=4,67$ ,  $df=1$ ,  $p=0,03$ ) и генотип GA и AA (44,0 против 42,6% и 20,0 против 3% соответственно,  $\chi^2=6,24$ ,  $df=1$ ,  $p=0,04$ ) (табл. 4).

Анализ полиморфизма изучаемых генов выявил, что генотипы ID и DD гена ACE ассоциированы со скрытой артериальной гипертензией у спортсменов ( $\chi^2=5,18$ ,  $df=1$ ,  $p=0,02$ ). Относительный шанс носительства данного генотипа в 3,1 раза выше, чем носительство других генотипов (ОШ 3,16 (95% ДИ 1,15–8,73)). В отношении генотипов остальных изучаемых генов статистически значимой взаимосвязи не выявлено.

**Обсуждение.** По данным Европейской организации кардиологов (2018), скрытая артериальная гипертензия регистрируется у 15% лиц, преимущественно молодого возраста [10–12]; по другим источникам,



Частота ремоделирования миокарда ЛЖ:  
 КГЛЖ — концентрическая гипертрофия ЛЖ; ЭГЛЖ — эксцентрическая гипертрофия ЛЖ;  
 Крем — концентрическое ремоделирование

Таблица 4

## Частота аллелей и генотипов в исследуемой группе и группе контроля

Ген	Аллели/генотипы	Скрытая АГ (НГ) (n=33)	Контроль (n=58)	$\chi^2$ (с поправкой Йейтса)	p
ACE	I	0,520	0,724	6,51	0,011
	D	0,480	0,276		
	I/I	0,280	0,552	5,83	0,050
	I/D	0,480	0,345		
	D/D	0,240	0,103		
PPARGC1A	G	0,580	0,750	4,67	0,030
	A	0,420	0,250		
	G/G	0,360	0,537	6,24	0,041
	G/A	0,440	0,426		
	A/A	0,200	0,037		
	C/T	0,320	0,241		
T/T	0,640	0,690			

данный показатель колеблется от 9 до 23% [13, 14]. Ряд авторов придерживаются мнения, что артериальная гипертензия встречается у спортсменов чаще по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, и составляет 6,7–11,5% в популяции спортсменов [15].

В нашем исследовании скрытая АГ отмечается у 40,8% спортсменов, что согласуется с данными других исследователей. Так, в исследованиях, где принимали участие спортсмены, занимающиеся скоростно-силовыми и циклическими видами спорта (средний возраст 23,6±3,1 года), частота артериальной гипертензии составила 30–52,5%, в том числе скрытой артериальной гипертензии 35% [10, 13].

Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики у спортсменов с разным уровнем АД показал, что у спортсменов с нормальным уровнем АД (группа 1) отмечаются хорошие адаптационные способности организма (экономизация работы сердца в покое), тогда как у спортсменов со скрытой АГ имеется перенапряжение сердечно-сосудистой системы и снижение адаптационных возможностей организма, что со временем может привести к структурному ремоделированию сердца.

Как известно, наиболее важными структурными показателями сердца у спортсменов являются конечно-диастолический объем (КДО) и масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ). Важность оценки данных показателей обусловлена большой подверженностью к изменениям их в процессе адаптации сердца к систематическим физическим нагрузкам и дифференциальной диагностике структурно-функциональных изменений сердца спортсменов с сердечно-сосудистой патологией [4–6]. Конечно-диастолический объем полости ЛЖ косвенно указывает на базальный резервный объем: чем выше КДО, тем больше крови сердце может выбросить во время сокращения, тем выше потенциальные возможности организма при физической нагрузке [7].

Несмотря на одинаковый спортивный стаж и направленность тренировочной деятельности, увеличение толщины стенок ЛЖ (межжелудочковой перегородки, задней стенки и относительной толщины стенки ЛЖ), индекса массы миокарда ЛЖ и низкий показатель конечно-диастолического объема у спор-

тсменов со скрытой АГ может говорить о начальных стадиях патологического ремоделирования миокарда ЛЖ и требует дальнейшего динамического мониторинга. Настораживает, что концентрическое ремоделирование, которое имеет наименее благоприятный прогноз (ВНОК, 2010), часто встречается среди спортсменов как с нормальным, так и с повышенным АД, но все же преобладает у лиц с АГ.

Высокая ассоциация генотипа ID и DD гена ACE у спортсменов со скрытой АГ ( $\chi^2=5,18$ ,  $df=1$ ,  $p=0,02$ ) может говорить о генетической предрасположенности гена ACE к скрытой артериальной гипертензии у спортсменов.

**Заключение.** В результате проведенного исследования скрытая артериальная гипертензия выявлена у 40,8% исследованных спортсменов, чаще наблюдается у спортсменов квалификации «мастер спорта» и не зависит от направленности тренировочной деятельности (вида спорта).

У спортсменов со скрытой артериальной гипертензией отмечено снижение резервных возможностей сердца и зафиксирован менее экономичный режим работы в покое, о чем свидетельствуют показатели центральной гемодинамики и структурно-функциональные показатели ЛЖ. Несмотря на то что все гемодинамические и эхокардиографические показатели находятся в пределах допустимых референсных значений «физиологического» спортивного сердца, выявленные изменения требуют дальнейшего динамического наблюдения, так как в дальнейшем могут стать причиной и развития сердечно-сосудистых осложнений.

Интересным остается факт, что среди спортсменов со скрытой АГ преобладали лица со спортивной квалификацией «мастер спорта». Как известно, правильная организация многолетней тренировочной деятельности интенсивными физическими нагрузками формирует выраженное расширение функциональных возможностей и адаптационных способностей организма на высоком уровне. Однако даже небольшие нарушения в режиме и дозировании тренировочных нагрузок и/или наличие хронических очагов инфекции, высокого психоэмоционального перенапряжения могут приводить к состоянию перенапряжения и развитию патологических состояний,

в частности скрытой артериальной гипертензии. Возможно, спортсмены квалификации «мастер спорта» более подвержены этим факторам, что делает необходимым дальнейшее изучение распространенности и влияния указанных факторов на данную категорию спортсменов и требует более тщательного осмотра и индивидуального подбора тренировочных нагрузок для спортсменов высокого спортивного мастерства.

**Конфликт интересов** не заявляется.

#### References (Литература)

1. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation* 2006; 14 (15): 1633–44.
2. Smolenskiy AV, Mikhailova AV, Borisova YuA. Features of physiological remodeling of a sports heart. *Physiotherapy and Sports Medicine* 2012; 6 (102): 9–14. Russian (Смоленский А.В., Михайлова А.В., Борисова Ю.А. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца. *Лечебная физкультура и спортивная медицина* 2012; 6 (102): 9–14).
3. Belotserkovskiy ZB. Ergometric and cardiological criteria for physical performance in athletes. *Moscow: Sovestky sport*, 2005; 312 p. Russian (Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Совесткий спорт, 2005; 312 с.).
4. Boytsov SA, Kolos IP, Lidov PI, et al. National recommendations for admission to sports and participation in competitions of athletes with deviations from the cardiovascular system. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2011; 7 (6): 33–4. Russian (Бойцов С.А., Колос И.П., Лидов П.И. и др. Национальные рекомендации по допуску к занятиям спортом и участию в соревнованиях спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии* 2011; 7 (6): 33–4).
5. Cuspidi C, Negri F, Sala C, et al. Masked hypertension and echocardiographic left ventricular hypertrophy: an updated overview. *Blood Press Monit* 2012; 17 (1): 8–13.
6. Berge HM, Isern CB, Berge E. Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. *Br J Sports Med* 2015; 49: 716–23.
7. ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension, 2018. *Russian Journal of Cardiology* 2018; 23 (12): 143–228. URL: <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-12-143-228>. Russian (Рекомендации по лечению больных с артериальной гипертензией ЕОК/ЕОАГ, 2018. *Российский кардиологический журнал* 2018; 23 (12): 143–228).
8. Aronov DM, Lupanov VP. *Functional tests in cardiology*. 3rd edition. Moscow: MEDpress-inform, 2007; 328 p. Russian (Аронов Д.М., Лупанов В.П. *Функциональные пробы в кардиологии*. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2007; 328 с.).
9. Bryn VB, Zonis BY. *Physiology of systemic circulation: Formulas and calculations*. Rostov: Publishing House of Rostov University, 1984; 88 p. Russian (Брин В.Б., Зонис Б.Я. *Физиология системного кровообращения: формулы и расчеты*. Ростов н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1984; 88 с.).
10. Akhmetov II. *Molecular genetics of sports*. Moscow: Soviet Sport, 2009; p. 268–9. Russian (Ахметов И.И. *Молекулярная генетика спорта*. М.: Советский спорт, 2009; с. 268–9).
11. Bubnova VS, Lebedev EV, Shaposhnik II. Hypertension at a young age: Features of diagnosis and treatment. *Arterial Hypertension* 2007; 2 (3): 128–30. Russian (Бубнова В.С., Лебедев Е.В., Шапошник И.И. Гипертоническая болезнь в молодом возрасте: особенности диагностики и лечения. *Артериальная гипертензия* 2007; 2 (3): 128–30).
12. Gorbunov VM. *Daily monitoring of blood pressure: modern aspects*. Moscow: Logosphere, 2015; 240 p. Russian (Горбунов В.М. *Суточное мониторирование артериального давления: современные аспекты*. М.: Логосфера, 2015; 240 с.).
13. Vatutin NT, Sklyannaya EV. The prevalence of hypertension and risk factors in young adults. *Archive of Internal Medicine* 2017; (1): 30–4. Russian (Ватутин Н.Т., Скланная Е.В. Распространенность артериальной гипертензии и факторов риска у лиц молодого возраста. *Архив внутренней медицины* 2017; (1): 30–4).
14. Ronzhina OA. *Arterial hypertension and myocardial dysfunction in athletes training the quality of power: PhD abstract*. Kemerovo, 2014; 21 p. Russian (Ронжина О.А. *Артериальная гипертензия и миокардиальная дисфункция у спортсменов, тренирующих качество силы: автореф. дис. ... канд. мед. наук*. Кемерово: КемГМА, 2014; 21 с.).
15. Fagard RH, Cornelissen VA. Incidence of cardiovascular events in white-coat, masked and sustained hypertension versus true normotension: a meta-analysis. *J Hypertens* 2007; (25): 2193–8.