

# Сравнительный анализ влияния равномерной и высокоинтенсивной аэробной работы в кардиореабилитации спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование

**Мирошников А. Б., Смоленский А. В.**

Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Москва, Россия

## Авторы

**Мирошников Александр Борисович\***, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Москва, Россия.

**Смоленский Андрей Вадимович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Москва, Россия.

**Цель** — провести сравнительный анализ влияния равномерной и высокоинтенсивной аэробной работы на снижение артериального давления спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией (АГ).

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 83 представителя силовых видов спорта (бодибилдинга) с АГ. Средний возраст спортсменов-мужчин составил  $31,2 \pm 4,5$  года, а индекс массы тела —  $32,4 \pm 2,8$  кг/м<sup>2</sup>. Для выполнения поставленной цели использовались следующие методы: осмотр, опрос, трехкратное измерение артериального давления (АД), эргоспирометрия и методы математической статистики. Спортсмены были рандомизированы на две основные группы: группу НИИТ ( $n=33$ ) и группу МИСТ ( $n=30$ ), а также одну контрольную группу RT ( $n=20$ ). В течение 120 дней (3 раза в неделю) спортсмены группы НИИТ и МИСТ выполняли симультанную физическую реабилитацию.

**Результаты.** После 120 дней физической реабилитации произошло достоверное снижение систолического АД в группах НИИТ и МИСТ на 8,3 мм рт.ст. и 7,7 мм рт.ст., соответственно. Достоверное снижение диастолического АД в группах НИИТ и МИСТ составило 7,9 мм рт.ст. и 8,3 мм рт.ст. соответственно. Снижение АД в контрольной группе не было статистически значимым.

**Заключение.** Несмотря на аналогичные преимущества в кардиореабилитации интервальная работа требовала на 38 % меньше времени, что может существенно сказаться на приверженности к такой неспецифичной для этого спорта вида деятельности и на отсеве участников продолжительной реабилитации.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, интервальная тренировка, бодибилдинг, физическая реабилитация.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Поступила: 08.05.2020

Принята: 08.09.2020

## A comparative analysis between moderate intensity continuous and high-intensity interval cardio-rehabilitation training in athletes with arterial hypertension: a randomized controlled trial

A. B. Miroshnikov, A. B. Smolensky

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia.

### Authors

**Alexander B. Miroshnikov**, Ph.D., assistant professor of the Department of Sports Medicine of Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia.

**Andrey V. Smolensky**, M.D., Ph.D., doctor of sciences, professor, head of the Department of Sports Medicine of Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia.

**Objective.** To compare the influence of moderate intensity continuous and high-intensity interval cardio-rehabilitation training on blood pressure in athletes with arterial hypertension.

**Materials and methods.** The study included 83 athletes of power sports (bodybuilding) with arterial hypertension. The average age of male athletes was  $31.2 \pm 4.5$  years, and the body mass index was  $32.4 \pm 2.8$  kg/m<sup>2</sup>. The following methods were used: examination, questioning, triple measurement of blood pressure, ergospirometry and methods of mathematical statistics. Athletes were randomized into two groups: the HIIT group (n = 33), the MICT group (n = 30), and the control group RT (n = 20). For 120 days (3 times a week), HIIT and MICT athletes performed simultaneous physical rehabilitation.

**Results.** 120 days after physical rehabilitation systolic blood pressure decreased in HIIT and MICT groups by 8.3 mmHg and 7.7 mmHg, respectively. A significant reduction in diastolic blood pressure in HIIT and MICT groups was 7.9 mmHg and 8.3 mmHg, respectively. A decrease of blood pressure in the control group was not statistically significant.

**Conclusion.** Despite similar benefits in cardio-rehabilitation, interval exercise required 38% less time that can significantly affect adherence and exclude some participants of long rehabilitation.

*Key words:* arterial hypertension, interval training, bodybuilding, physical rehabilitation.

Conflict of interests: None declared.

### Список сокращений

АГ — артериальная гипертензия

АД — артериальное давление

АнП — анаэробный порог

ДАД — диастолическое артериальное давление

МПК — максимальное потребление кислорода

САД — систолическое артериальное давление

ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания

ССС — сердечно-сосудистая система

ЧСС — частота сердечных сокращений

HIIT — high-intensity interval training

MICT — moderate-intensity continuous training

RT — Resistance Trainin

## Введение

Согласно эпидемиологическим данным, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти и инвалидности во всем мире [1, 2]. Люди, у которых развивается ССЗ, не только имеют ряд хронических заболеваний, которые ведут к снижению качества жизни, но и создают тяжелое экономическое бремя для своих семей и общества. Исторически гипотеза «Спортивного сердца» поощряла дихотомический взгляд на адаптацию сердца к спортивным тренировкам, в зависимости от того, была ли физическая активность динамической (бегуны и пловцы), приводящей к «кардиоомегалии» [3] или изометрической (спортсмены силовых видов спорта) с четкими периферическими адаптациями, очевидным увеличением размера сердца и артериального давления (АД) [4]. Сегодня классификация видов спорта в соответствии с их физиологическими потребностями признает большее разнообразие воздействия, в зависимости от физической активности, с акцентом на «градуированный переход» между основными категориями: динамический и статический. Причем спортсмены с преобладанием статического компонента (силовые виды спорта) имеют больший процент ССЗ, так как статические сокращения стимулируют механические и метаболические нарушения в скелетных мышцах, что приводит к значительным и устойчивым изменениям АД [5]. Следовательно, имеет большое практическое значение определить подходящий, немедикаментозный метод для снижения факторов риска ССЗ у спортсменов силовых видов спорта. Непрерывная аэробная тренировка умеренной интенсивности МІСТ считается эффективным способом снижения факторов риска ССЗ [6,7]. Однако в последние годы стал популярен протокол аэробной работы под названием высокоинтенсивная интервальная тренировка HIIT, который включает в себя высокоинтенсивные интервалы аэробной работы (с ЧСС от 80-100 % ЧСС — макс.), которые длятся от 60 до 240 секунд. Многие исследователи показали, что HIIT является одним из наиболее эффективных средств улучшения кардиореспираторной выносливости, сокращения факторов риска ССЗ [8] и снижения АД [9]. Однако аэробная работа («Золотой стандарт» профилактики и лечения ССЗ) не специфична для силового спорта, поэтому она не входит в тренировочные протоколы силовых атлетов. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной на-

учной литературы и запросов спортивных врачей (которые используют методы физической реабилитации больных гипертонической болезнью) и гипертонивных спортсменов силовых видов спорта была сформулирована цель исследования.

## Материал и методы

Исследование проходило на базе кафедры спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма и длилось 120 дней. В исследовании приняли участие 83 представителей силовых видов спорта (бодибилдинг), имеющих спортивную квалификацию КМС, МС в тяжелых весовых категориях с АГ, которым в качестве лечения и профилактики АГ была рекомендована аэробная работа. Спортсмены прекратили на время исследования участие в соревнованиях и были рандомизированы с помощью таблицы случайных чисел на две основные группы: группа HIIT (n=33), группа MICT (n=30) и контрольную группу RT (n=20). Средний возраст спортсменов-мужчин составил  $31,2 \pm 4,5$  года, а индекс массы тела  $32,4 \pm 2,8$  кг/м<sup>2</sup>. Все спортсмены дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании, согласно этическим стандартам научных исследований в спорте и физической активности 2020 года (выписка из протокола №5, заседание Этического комитета ФГБОУ ВО «РГУФКСМиТ» от 26.10.2017). Для выполнения поставленной цели исследования использовались следующие методы: осмотр, опрос, трехкратное измерение АД (утром с 8:00 до 11:00), эргоспирометрия и методы математической статистики.

## Эргоспирометрия

Ступенчатый тест для определения аэробных возможностей выполнялся на велоэргометре «MONARK 839 E» (Monark A.B., Швеция), нагрузка задавалась, начиная с 20 Вт с увеличением на 20 Вт каждые 2 минуты. Газометрический анализ проводили с использованием газоанализатора «CORTEX» (Meta Control 3000, Германия), выполняющего измерение потребления кислорода и выделения углекислого газа каждый дыхательный цикл. Тест выполняли в темпе  $75 \text{ об} \cdot \text{мин}^{-1}$  до определения максимального потребления кислорода (МПК), анаэробного порога (АнП) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на уровне АнП и мощности pedalирования на МПК по методике Pallarés и соавторов [10].

### Методы математической статистики

Все полученные результаты обрабатывали с помощью программы Microsoft Office Excel 2007 и пакета прикладных статистических программ для медико-биологических исследований Statistica 10.0/W RUS. Количественные переменные описывались числом участников исследования средним арифметическим значением (M). Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента для парных и непарных выборок. Различия считались статистически значимым при уровне ошибки  $p < 0,01$ .

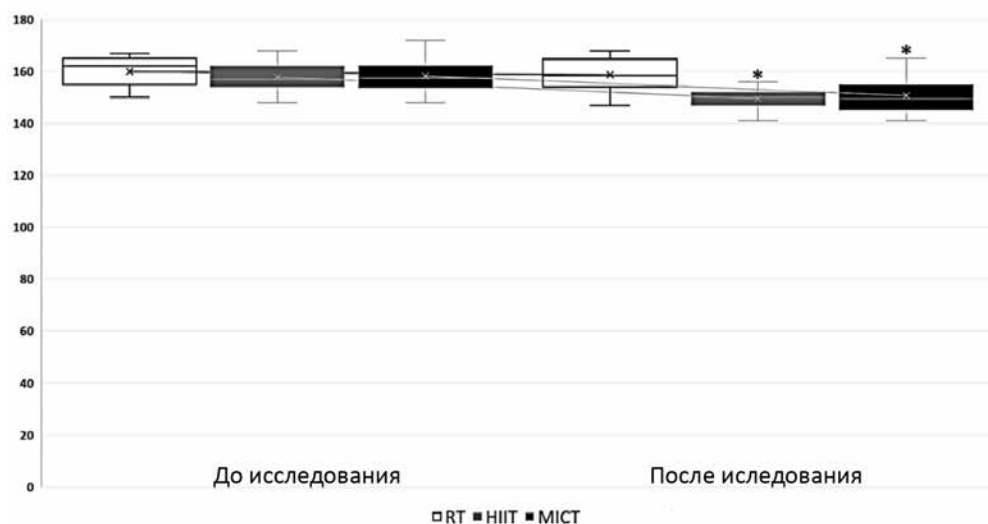
### Протоколы физической активности

Спортсмены всех групп тренировались 120 дней (3 раза в неделю) по следующим протоколам: 1) группа RT: силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70–90 % от одного повторного максимума (1 ПМ), от 2 до 8 повторений в 4 подходах. Один цикл выполнения «подход+отдых (до полного восстановления)» составлял 5 минут. Упражнения выполнялись на все основные мышечные группы и включали в себя: жим штанги лежа, приседания со штангой на спине, становая тяга, сгибание предплечий со штангой, разгибание предплечий в тренажере. Время тренировочной сессии составляло 100 минут; 2) группа НИИТ: силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70–90 % от 1 ПМ, от 2 до 8 повторений в 3 подходах. Методика выполнения силовой тренировки была идентична с группой RT. После силового протокола была добавлена аэробная работа на велоэргометре, 7 высокоинтенсивных интервалов (на мощности педалирования 100 % от МПК) по 2 минуты и низкоинтенсивные интервалы с ЧСС на уровне 85 % от АНП продол-

жительностью 2 минуты. На ступенчатом тесте при эргоспирометрии была зафиксирована мощность педалирования, при котором ЧСС спортсмена находилась на уровне 85 % от АНП, поэтому давалась рекомендация снижать нагрузку до этой мощности работы. Время тренировочной сессии составляло 103 минуты; 3) группа МИСТ: силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70–90 % от 1 ПМ, от 2 до 8 повторений в 3 подходах для упражнения жим штанги лежа и в 2-х подходах для остальных упражнений. Методика выполнения силовой тренировки была идентична с группой RT. После силового протокола была добавлена равномерная аэробная работа на велоэргометре продолжительностью 45 минут с интенсивностью 60–80 % от мощности педалирования на МПК согласно рекомендациям, Американского колледжа спортивной медицины (American College of Sports Medicine (ACSM) 2019 года [11] для людей с АГ. Время тренировочной сессии составляло 100 минут.

### Результаты и обсуждение

Предполагалось, что НИИТ может оказывать положительное влияние на сердечно-сосудистую систему (ССС) множества групп населения. В общем случае 33 систематических обзора (включая 25 мета-анализов), охватывающих здоровых людей и людей с осложнениями здоровья показали, что НИИТ улучшил кардиореспираторную работоспособность, антропометрические показатели, сосудистую функцию, функцию сердца и мышечную массу по сравнению с неактивным контролем [12]. Также недавние систематические обзоры и мета-анализы [13–15] показали, что: 1) НИИТ и МИСТ обеспечили



**Рис. 1.** Динамика изменения САД от разных тренировочных протоколов у спортсменов силовых видов спорта  
**Примечание.** Звездочкой (\*) обозначены статистически значимые различия сравниваемых показателей,  $p < 0,01$ .

Таблица

**Динамика изменения АД от разных тренировочных протоколов у спортсменов силовых видов спорта**

Группа (N=83)	САД (мм рт.ст.)			ДАД (мм рт.ст.)		
	0 дней	120 дней	Δ	0 дней	120 дней	Δ
RT (n=20)	159,9±5,5	158,7±6,2	1,3	96,2±3,5	95,9±4,1	0,3
НИИТ (n=33)	157,9±5,1	149,9±4,0	8,3*	96,1±4,8	88,2±4,6	7,9*
МИСТ (n=30)	158,3±6,3	150,6±6,1	7,7*	97,4±5,3	89,1±5,2	8,3*

**Примечание.** Звездочкой (\*) обозначены статистически значимые различия сравниваемых показателей,  $p < 0,01$ .

сопоставимое снижение АД в покое у взрослых с предварительно установленной АГ; 2) НИИТ был связан с большим повышением МПК по сравнению с МИСТ; 3) НИИТ приводит к значительному снижению ночного диастолического АД (ДАД) по сравнению с МИСТ; 4) было обнаружено большее снижение дневного АД при НИИТ по сравнению с МИСТ; 5) снижение систолического АД (САД) на интервальные упражнения не отличалось от ответов на МИСТ сразу или через 60 минут после тренировки; 6) Снижение ДАД и расширение кровотока с интервальной нагрузкой наблюдались лучше через 10–15 минут после тренировки по сравнению с МИСТ. После 120 дней физической реабилитации произошло достоверное снижение САД в группах НИИТ и МИСТ на 8,3 мм рт.ст. и 7,7 мм рт.ст. соответственно (рис. 1).

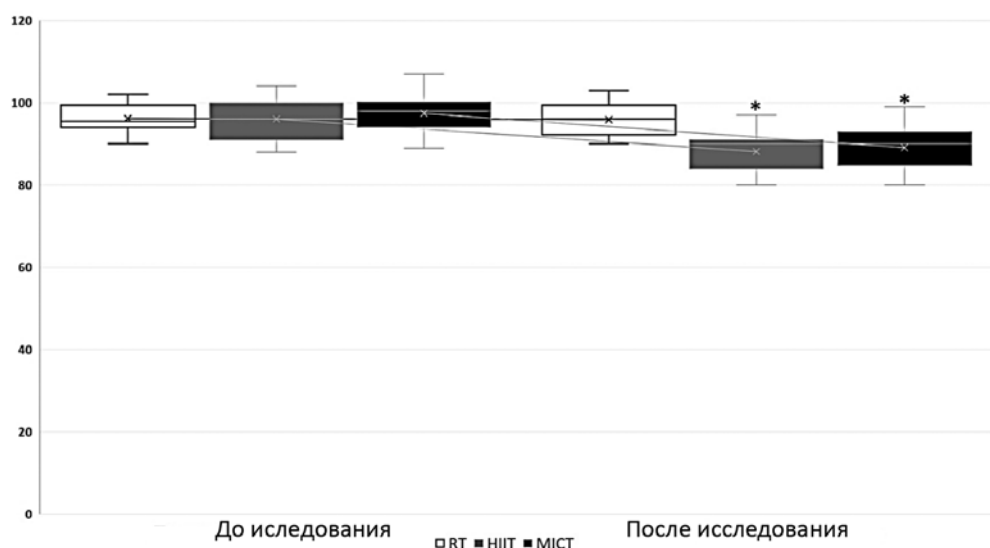
Снижение САД в контрольной группе RT было незначительным (-1,3 мм рт.ст.) и статистически не достоверным. Согласно мета-анализу Smart и его коллег [17], изометрические RT (которых много в программах бодибилдеров) самостоятельно, без аэробной работы дают антигипертензивные преимущества. Однако мы не наблюдали снижение АД в группе RT в течение 120 дней. Разница между группой RT и группами МИСТ и НИИТ была статистически

значимой, а между группами аэробной работы не достоверна. После 120 дней физической реабилитации произошло достоверное снижение ДАД в группах НИИТ и МИСТ на 7,9 мм рт.ст. и 8,3 мм рт.ст. соответственно (рис. 2), а в RT снижение ДАД составило 0,3 мм рт.ст. и не было статистически значимо. Разница в снижении ДАД в группах МИСТ и НИИТ также была недостоверна. Хорошо известно, что снижение АД на 7,5 мм рт.ст. и на 10 мм рт.ст. уменьшает на 46 % и 56 % случаи инсульта и на 29 % и 37 % заболеваемость ишемической болезнью сердца [16].

Сравнительный анализ снижения АД в группах МИСТ и НИИТ показывает, что оба метода достаточно эффективно снижают САД и ДАД (табл.), однако времени затрачивается спортсменами на неспецифичную тренировочную деятельность в группе НИИТ на 38 % меньше.

**Заключение**

Анализ и обобщение источников современной научной литературы, проводимый нами в базах: eLibrary, РИНЦ, PubMed, Cochrane Library, CINAHL, Web of Science, MEDLINE, SPORT Discus и Scopus не обнаружил исследований, которые позволили



**Рис. 2.** Динамика изменения ДАД от разных тренировочных протоколов у спортсменов силовых видов спорта  
**Примечание.** Звездочкой (\*) обозначены статистически значимые различия сравниваемых показателей,  $p < 0,01$ .

бы нам ответить на ключевые вопросы относительно того, какой метод аэробной работы эффективнее использовать для снижения АД в хартии спортсменов силовых видов спорта с АГ. 120 дней симультанной физической реабилитации с применением HIIT, MICT и RT показали: 1) мы не наблюдали снижения АД в группе RT в течение 120 дней; 2) симультанные комбинации RT+MICT или RT+HIIT аналогично снижают САД в течение 120 дней физической реабилитации на 4,9 % и 5,3 % соответственно; 3) симультанные комбинации RT+MICT или RT+HIIT аналогично снижают ДАД в течение 120 дней физической реабилитации на 8,5 % и

8,2 % соответственно; 4) несмотря на аналогичные преимущества в снижении АД, на HIIT-протокол затрачивалось на 38 % меньше времени, что может существенно сказаться на приверженности к такой неспецифичной для этого спорта вида деятельности и на отсевах участников продолжительной реабилитации. Требуются дальнейшие исследования в данной области.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Литература/References

- Nambiar L., LeWinter M.M., VanBuren P.C., Dauerman H.L., Decade Long Temporal Trends in U.S. Hypertension Related Cardiovascular Mortality, *Journal of the American College of Cardiology* (2020),1-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.03.009>
- Niiranen T.J., Vasan R.S. Epidemiology of cardiovascular disease: recent novel outlooks on risk factors and clinical approaches. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2016 Jul;14(7):855-69. doi: 10.1080/14779072.2016.1176528
- Tso J., Kim J.H. Master Endurance Athletes and Cardiovascular Controversies. *Curr Sports Med Rep.* 2020 Mar;19(3):113-118. doi: 10.1249/JSR.0000000000000695
- Stöhr E.J., McDonnell B.J., Cockcroft J.R. Young athletes under pressure? *Heart.* 2019 Aug;105(16):1217-1218. doi: 10.1136/heartjnl-2019-315188
- Levine B.D., Baggish A.L., Kovacs R.J., Link M.S., Maron M.S., Mitchell J.H. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2015 Dec 1;66(21):2350-2355. doi: 10.1016/j.jacc.2015.09.033
- Hussain S.R., Macaluso A., Pearson S.J. High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in the Prevention/Management of Cardiovascular Disease. *Cardiol Rev.* 2016 Nov/Dec;24(6):273-281. doi:10.1097/CRD.0000000000000124
- Thompson P.D., Arena R., Riebe D., Pescatello L.S.; American College of Sports Medicine. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Curr Sports Med Rep.* 2013 Jul-Aug;12(4):215-7. doi: 10.1249/JSR.0b013e31829a68cf
- Su L., Fu J., Sun S., Zhao G., Cheng W., Dou C., Quan M. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One.* 2019 Jan 28;14(1): e0210644. doi: 10.1371/journal.pone.0210644
- Way K.L., Sultana R.N., Sabag A., Baker M.K., Johnson N.A. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2019 Apr;22(4):385-391. doi: 10.1016/j.jsams.2018.09.228
- Pallarés J.G., Morán-Navarro R., Ortega J.F., Fernández-Elías V.E., Mora-Rodríguez R. Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists. *PLoS One.* 2016 Sep 22;11(9): e0163389. doi: 10.1371/journal.pone.0163389
- Pescatello L.S., Buchner D.M., Jakicic J.M., Powell K.E. et al. Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Jun;51(6):1314-1323. doi: 10.1249/MSS.0000000000001943
- Martland R., Mondelli V., Gaughran F., Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci.* 2020 Feb;38(4):430-469. doi: 10.1080/02640414.2019.1706829
- Costa E.C., Hay J.L., Kehler D.S., Boreskie K.F., Arora R.C., Umpierre D., Sz wajcer A., Duhamel T.A. Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training On Blood Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Sports Med.* 2018 Sep;48(9):2127-2142. doi: 10.1007/s40279-018-0944-y
- Way K.L., Sultana R.N., Sabag A., Baker M.K., Johnson N.A. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2019 Apr;22(4):385-391. doi: 10.1016/j.jsams.2018.09.228

15. Price K.J., Gordon B.A., Bird S.R., Benson A.C. Acute cardiovascular responses to interval exercise: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2020 Mar 10:1-15. doi: 10.1080/02640414.2020.1737395
16. Chazova I.E., Zhernakova Yu.V. on behalf of the experts. Clinical guidelines. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. *Systemic Hypertension.* 2019; 16 (1): 6–31. Russian (Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. от имени экспертов. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Системная гипертензия. 2019; 16 (1): 6–31). DOI: 10.26442 / 2075082X.2019.1.190179 DOI: 10.26442/2075082X.2019.1.190179
17. Smart N.A., Way D., Carlson D., Millar P., McGowan C., Swaine I., Baross A., Howden R., Ritti-Dias R., Wiles J., Cornelissen V., Gordon B., Taylor R., Bleile B. Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: individual participant data meta-analysis. *J Hypertens.* 2019 Oct;37(10):1927–1938. doi: 10.1097/HJH.0000000000002105