

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ ЯКУТИИ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ГЕМОДИНАМИКИ

А.Б. Гурьева¹, guryevaab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>

В.А. Алексеева¹, viljen1974@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>

М.Д. Пахомов², rcspskrsy@gov14.ru

Л.Е. Аргунова², rcspskrsy@gov14.ru

¹ Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия

² Центр спортивной подготовки сборных команд РС (Я), Якутск, Россия

Аннотация. Цель: выявление функциональной характеристики системы кровообращения высококвалифицированных спортсменов-единоборцев Якутии в зависимости от типа гемодинамики. **Материалы и методы.** Проведено соматометрическое и функциональное обследование 49 спортсменов-единоборцев Якутии. Измерены длина и масса тела, определена масса мышечной ткани. Вычислены и проанализированы: индекс функциональных изменений, двойное произведение, коэффициент выносливости по формуле А. Квааса, вегетативный индекс Кердо, систолический объем крови, минутный объем крови, общее периферическое сопротивление сосудов. Определен тип гемодинамики. Статистический анализ проведен с использованием пакета прикладных программ SPSS 22,0. **Результаты.** Большинство обследованных спортсменов (46,9 %) имели эукинетический тип. Большая масса тела определена у спортсменов с гипокинетическим типом, высокое значение относительного количества мышечной ткани установлено у лиц с гиперкинетическим типом. Лица с гипокинетическим типом имеют низкие значения двойного произведения, систолического и минутного объемов крови, пульсового давления и высокие значения общего периферического сопротивления сосудов, диастолического артериального давления до и после нагрузки, пульса после нагрузки. У лиц с гиперкинетическим типом гемодинамики выявлены низкие показатели общего периферического сопротивления сосудов, диастолического артериального давления; высокие – двойного произведения, систолического и минутного объемов крови, пульсового давления до нагрузки. Мы предполагаем, что представленная гемодинамическая характеристика спортсменов Якутии гиперкинетического типа связана с более высоким уровнем развития мышечного компонента тела по сравнению с другими типами. **Заключение.** В связи с тем, что в условиях Якутии на организм спортсмена влияют не только интенсивность и специфика физической нагрузки, но и экстремальные природно-климатические факторы, необходимо учитывать гемодинамический тип спортсмена.

Ключевые слова: тип гемодинамики, спортсмены-единоборцы, Якутия, функциональные показатели

Для цитирования: Функциональная характеристика системы кровообращения спортсменов-единоборцев Якутии с разными типами гемодинамики / А.Б. Гурьева, В.А. Алексеева, М.Д. Пахомов, Л.Е. Аргунова // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 2. С. 77–85. DOI: 10.14529/hsm240210

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN MARTIAL ARTISTS FROM YAKUTIA: RELATION TO HEMODYNAMICS

A.B. Guryeva¹, guryevaab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>
V.A. Alekseeva¹, viljen1974@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>
M.D. Pakhomov², rcspskrsy@gov14.ru
L.E. Argunova², rcspskrsy@gov14.ru

¹ North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

² Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

Abstract. Aim. To identify the functional characteristics of the circulatory system among elite martial artists in Yakutia, with a focus on the influence of different hemodynamic profiles. **Materials and methods.** The methodology included somatometric and functional assessments of 49 participants, including measurements of body dimensions (body length and body mass), muscle mass, and calculation of various indices such as the functional change index, double product, endurance coefficient, vegetative index, systolic blood volume, minute blood volume, and total peripheral vascular resistance. Hemodynamic patterns were classified, and statistical analyses were conducted using SPSS 22.0. **Results.** Our findings indicate that the majority of the athletes (46.9 %) exhibited eukinetic hemodynamics. Athletes with hypokinetic hemodynamics demonstrated larger body weights; whereas those with hyperkinetic hemodynamics displayed high relative muscle tissue. Notably, persons with hypokinetic hemodynamics showed lower values in parameters such as double product, systolic and minute blood volumes, and pulse pressure, alongside elevated total peripheral vascular resistance and diastolic blood pressure both pre- and post-exercise, elevated post-exercise pulse values. Hyperkinetic athletes exhibited lower total peripheral vascular resistance and diastolic blood pressure, coupled with higher values in double product, systolic and minute blood volumes, and pulse pressure prior to exercise. These observations suggest that the hemodynamic profiles observed in Yakutian hyperkinetic athletes may be attributed to the enhanced development of the muscular component, influenced by the region's extreme environmental conditions. **Conclusion.** Consequently, the identification of an athlete's hemodynamic type becomes crucial in tailoring training regimens and rehabilitation strategies to optimize performance and health outcomes under the specific challenges posed by Yakutia's climate and terrain.

Keywords: hemodynamics, martial artists, Yakutia, functional indicators

For citation: Guryeva A.B., Alekseeva V.A., Pakhomov M.D., Argunova L.E. Functional characteristics of the circulatory system in martial artists from Yakutia: relation to hemodynamics. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(2):77–85. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240210

Введение. Общеизвестно, что высокие физические нагрузки оказывают влияние на все системы организма. В первую очередь реагирует система кровообращения, которая является маркером адаптационных возможностей организма спортсмена [18, 19]. Чем лучше функционирует сердечно-сосудистая система, тем более благоприятен прогноз для достижения высокой работоспособности и адаптированности спортсмена к тренировочным и соревновательным нагрузкам [2, 9, 11]. Одним из показателей системы кровообращения является тип гемодинамики, который определяет функциональные возможности организма и выявляет лимитирующие факторы, что дает возможность индивидуализировать

предъявляемые к спортсмену тренировочные нагрузки [7, 10, 15].

Спортсмены Якутии помимо тренировочных нагрузок испытывают на себе влияние комплекса неблагоприятных факторов окружающей среды. Территория Якутии характеризуется резко континентальным климатом, большой амплитудой суточной и сезонной температуры воздуха, низкой инсоляцией, низким уровнем парциального давления кислорода в зимнее время [8]. Перечисленные факторы окружающей среды, несомненно, оказывают влияние на формирование морфофункционального статуса спортсмена и усиливают нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Недостаточность сведений о функ-

циональных резервах сердечно-сосудистой системы спортсменов, проживающих в Якутии, в зависимости от типа гемодинамики определяет актуальность нашего исследования. Полученные данные о функциональной характеристике системы кровообращения спортсменов-единоборцев Якутии, разных гемодинамических типов, позволят специалистам персонализировать тренировочный процесс с учетом адаптационных возможностей и лимитирующих факторов сердечно-сосудистой системы спортсмена в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Цель работы: дать функциональную характеристику системы кровообращения высококвалифицированных спортсменов-единоборцев Якутии в зависимости от типа гемодинамики.

Материалы и методы исследования. Всего было обследовано 49 спортсменов Якутии высокого спортивного мастерства (мастера спорта и мастера спорта международного класса). Обследованы спортсмены мужского пола, занимающиеся единоборствами (бокс, вольная борьба). Средний возраст составил 21,32 года (от 17 до 35 лет). Набор материала проходил во время учебно-тренировочных сборов на летней тренировочной базе «Манньяттаах» в июле – августе 2022 года. Работа проведена после получения добровольного согласия всех участников исследования (протокол № 7 от 14.04.2011 г локального этического комитета Якутского научного центра комплексных медицинских проблем СО РАМН). В выборку не включены лица с острыми заболеваниями и обострениями хронических болезней, спортсмены с уровнем квалификации ниже мастера спорта.

Первым этапом проведено соматометрическое обследование, которое включало измерение длины тела, массы тела, определение относительной массы мышечной ткани. Длина тела измерена антропометром с точностью до 0,1 см, масса тела – на медицинских весах с точностью до 100 гр. Площадь поверхности тела (ППТ) рассчитана по формуле Мостеллера: $ППТ = \sqrt{\text{Длина тела} \times \text{масса тела}} \div 3600$. Был рассчитан ИМТ (индекс массы тела). Для определения относительного количества мышц использован анализатор состава тела и водных балансов организма АВС-01 «Медасс» (Россия) [5].

Следующим этапом явилось исследование функциональных показателей сердечно-

сосудистой системы спортсменов. Артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС) измерялись при помощи автоматического тонометра Omron M2 Basic с наложением манжеты на плечо исследуемого (мм рт. ст.). Измерены систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД). Вычислены пульсовое давление (ПД) по формуле

$$ПД = САД - ДАД, \text{ мм рт. ст.}$$

АД среднее определили по формуле

$$АД_{\text{ср}} = (САД - ДАД) / 3 + ДАД, \text{ мм рт. ст.}$$

Измерение АД и ЧСС проводились до и после физической нагрузки в виде полных приседаний с вытянутыми вперед руками 20 раз в течение 30 с. Тип гемодинамики определен по значению сердечного индекса (СИ). Был рассчитан по формуле

$$СИ = \text{МОК} / \text{ППТ}.$$

Результаты интерпретировались следующим образом: величина СИ менее 2,7 л/мин/м² – гипокинетический тип, СИ от 2,7 до 3,5 л/мин/м² – эукинетический тип, СИ более 3,5 л/мин/м² – гиперкинетический тип гемодинамики. Для определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы обследованных спортсменов были вычислены и проанализированы: индекс функциональных изменений (ИФИ), двойное произведение (ДП), коэффициент выносливости по формуле А. Квааса (КВ), вегетативный индекс Кердо (ВИК), систолический объем крови (СОК), минутный объем крови (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) [1].

Статистический анализ полученных данных проведен с применением параметрических и непараметрических методов с использованием пакета прикладных программ SPSS 22,0. Нормальность распределения признаков определялась по критерию Колмогорова – Смирнова. Вычислены распределения признаков и оценка характеристик распределения (минимум, максимум, среднее, среднеквадратичное отклонение – σ). Оценка межгрупповых различий проведена по Т-критерию Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$ [20].

Результаты и обсуждения. Длина тела обследованных спортсменов составила в среднем $173,36 \pm 7,62$ см (минимум – 160,0 см; максимум – 197,0 см), масса тела – $69,59 \pm 15,29$ кг (минимум – 53,0 кг; максимум – 125,0 кг). Среднее значение ППТ обследованных было равно $1,82 \pm 0,21$ м² (минимум –

1,54 м², максимум – 2,47 м²). Наше исследование выявило, что по типу гемодинамики (СИ) большинство спортсменов Якутии – 46,9 % (n = 23) относились к эукинетическому типу (СИ от 2,5 до 3,5 л/мин/м²). Гипокинетический тип определен у 36,7 % (n = 18), гиперкинетический у 16,4 % (n = 8). Сравнение полученных показателей по распределению типов гемодинамики с показателями других регионов России выявило различия. Так, среди спортсменов города Ростов-на-Дону, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, в отличие от спортсменов Якутии чаще встречался гиперкинетический тип кровообращения – 96,2 % [6]. По данным А.В. Ильютик с соавт. (2022), у квалифицированных спортсменов, специализирующихся в гребных видах спорта, также доминирующим являлся гиперкинетический тип кровообращения (73,4 %) [4]. Авторы указывают, что гиперкинетический тип гемодинамики характеризуется наименее экономичным режимом работы сердца, снижением компенсаторных возможностей на фоне высокой активности симпатoadренальной системы и недостаточной адаптированностью к физическим нагрузкам. Несмотря на это, авторы предполагают, что у высококвалифицированных спортсменов изменение регуляции кровообращения в сторону преобладания гиперкинетического типа может свидетельствовать об адаптации к напряженным физическим нагрузкам скоростно-силового характера.

Анализ антропометрических параметров спортсменов в зависимости от типа гемодинамики установил, что длина тела лиц гипокинетического типа была равна – 176,44 ± 9,65 см, масса тела – 76,72 ± 19,27 кг; эукинетического типа – 172,21 ± 6,14 см, 66,95 ± 12,06 кг; гиперкинетического типа – 169,75 ± 3,15 см, 61,12 ± 2,79 кг. Статистически достоверно высокое значение массы тела наблюдается у спортсменов с гипокинетическим типом гемодинамики (p = 0,023). Среднее значение ИМТ у лиц с гипокинетическим типом гемодинамики было равно 24,47 ± 5,00 кг/м²; у лиц с эукинетическим типом – 22,50 ± 3,35 кг/м²; у лиц с гиперкинетическим типом – 21,22 ± 1,13 кг/м². Биоимпедансометрией установлены более высокие значения относительного количества мышечного компонента тела у лиц с гиперкинетическим типом гемодинамики – 48,8 ± 2,72 % (p = 0,018). Аналогичный показатель у лиц с эукинетическим типом составил 46,82 ± 3,78 %, с гипокинетическим типом – 43,73 ± 4,28 %.

Изучение показателей АД до и после физической нагрузки, а также механизмов приспособления и определение резервных возможностей ССС в зависимости от типа гемодинамики вызывает научный интерес [12, 13, 17]. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы спортсменов до и после физической нагрузки в зависимости от типа гемодинамики представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Показатели артериального давления спортсменов до и после физической нагрузки в зависимости от типа гемодинамики
Pre- and post-exercise blood pressure measurements in athletes with different hemodynamics

Показатель Parameter	До нагрузки / Pre-exercise			После нагрузки / Post-exercise		
	1	2	3	1	2	3
САД, мм рт. ст. SBP, mmHg	123,16 ± 10,66	123,56 ± 11,99	122,37 ± 9,07	138,88 ± 13,34	136,78 ± 15,96	133,87 ± 18,84
ДАД, мм рт. ст. DBP, mmHg	74,05 ± 13,56	65,73 ± 5,17	60,87 ± 4,32	77,16 ± 8,39	69,56 ± 10,63	62,62 ± 6,71
	P ₁₋₂ < 0,001; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ = 0,010			P ₁₋₂ = 0,033; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ = 0,001		
ПД, мм рт. ст. PBP, mmHg	49,11 ± 12,31	57,82 ± 9,68	61,50 ± 10,17	61,72 ± 12,54	67,21 ± 13,78	71,25 ± 15,34
	P ₁₋₂ = 0,035; P ₂₋₃ = 0,037			–		
АД среднее, мм рт. ст. ABP, mmHg	90,42 ± 11,26	85,01 ± 6,70	81,37 ± 4,11	97,74 ± 8,45	91,97 ± 10,87	86,37 ± 9,80
	P ₁₋₂ = 0,001; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ = 0,008			P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ < 0,001		
ЧСС за 1 мин HR, bpm	70,05 ± 10,41	77,00 ± 8,89	83,75 ± 9,25	97,74 ± 8,45	91,97 ± 10,87	86,37 ± 9,80
	P ₁₋₂ = 0,003; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ < 0,010			P ₁₋₃ = 0,007; P ₂₋₃ = 0,004		

Примечание. 1 – гипокинетический тип; 2 – эукинетический тип; 3 – гиперкинетический тип.

Note. 1 – hypokinetic; 2 – eukinetic; 3 – hyperkinetic.

Показатель САД достоверно не отличается у лиц с разными типами гемодинамики как до физической нагрузки, так и после нее. Величина ДАД у лиц с разными типами гемодинамики имела достоверные различия. Наибольшие значения ДАД определены у лиц с гипокинетическим типом гемодинамики до и после физической нагрузки. Значение пульсового давления до нагрузки было достоверно выше у лиц с гиперкинетическим типом. После физической нагрузки статистически достоверных различий АД не выявлено. При длительных и интенсивных физических нагрузках наблюдается повышение АД, его уменьшение является неблагоприятным фактором [3, 16]. Наименьшая величина среднего АД до и после физической нагрузки выявлена у лиц с гиперкинетическим типом, наибольшая – у гипокинетиков. ЧСС в процессе тренировки становится реже за счет положительного инотропного эффекта. В нашем исследовании ЧСС у гиперкинетиков до нагрузки было достоверно выше показателей лиц с другими типами гемодинамики, но повышение ЧСС после физической нагрузки было минимальным (в среднем на 2,62 уд./мин). У гипокинетиков ЧСС после нагрузки увеличилось в среднем на 27,69, у эукинетиков – на 14,97 уд./мин. Функциональные показатели системы кровообращения спортсменов в зависимости от типа гемодинамики представлены в табл. 2.

Среднее значение ИФИ у всех обследованных групп спортсменов находилось в пределах нормы. Достоверно большая величина ИФИ определена у лиц с гипокинетическим типом. Индекс ДП характеризует потребление кислорода сердечной мышцей во время диастолы. У лиц с гиперкинетическим типом показатель ДП был достоверно выше. Величина ДП, равная 90 и выше, оценивалась как «ниже среднего», что указывает на более экономичный режим функционирования миокарда и низкое потребление кислорода. Систолический объем крови (СОК) характеризует силу миокарда желудочков сердца [14]. Параметры СОК и МОК также значимо выше у гиперкинетиков при сниженном ОПСС.

Анализ распределения по вегетативному индексу Кердо выявил, что среди спортсменов с гипокинетическим типом гемодинамики преобладание парасимпатической нервной системы наблюдалось в 60,2 % случаев, симпатической нервной системы – в 39,8 % случаев. У спортсменов с эукинетическим и гиперкинетическим типами гемодинамики в 100 % регистрируется доминирование симпатической нервной системы.

Полученная нами функциональная характеристика ССС гиперкинетиков вызывает дополнительные вопросы. Почему при преобладании симпатической нервной регуляции у них наблюдается снижение ОПСС? Это указывает

Таблица 2
Table 2

Функциональные показатели системы кровообращения спортсменов
в зависимости от типа гемодинамики
Functional indicators of the circulatory system in athletes with different hemodynamics

Показатель Parameter	Гипокинетики Hypokinetic (n = 18)	Эукинетика Eukinetic (n = 23)	Гиперкинетика Hyperkinetic (n = 8)	Достоверность Level of significance
	1	2	3	
ИФИ FChI	2,23 ± 0,35	2,18 ± 0,28	2,14 ± 0,18	P ₁₋₂ = 0,018; P ₁₋₃ = 0,001
ДП, у. е. DP, c. u.	86,38 ± 15,44	95,35 ± 15,60	102,34 ± 12,10	P ₁₋₃ < 0,001
КВ, у. е. EC, c. u.	15,30 ± 4,87	13,66 ± 2,71	14,07 ± 3,60	P ₁₋₃ = 0,035; P ₂₋₃ < 0,001
СОК, мл SBV, ml	61,75 ± 12,99	71,75 ± 6,05	77,51 ± 6,45	P ₁₋₂ < 0,001; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ = 0,021
МОК, мл/мин MBV, ml/min	4296,0 ± 952,37	5508,4 ± 651,57	6462,9 ± 625,49	P ₁₋₂ < 0,001; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ < 0,001
ОПСС, дин·с·см ⁻⁵ TPVR, dyn·s·cm ⁻⁵	1819,34 ± 766,48	1241,37 ± 117,03	1010,93 ± 87,95	P ₁₋₂ = 0,006; P ₁₋₃ < 0,001; P ₂₋₃ < 0,001

на выносливость и адаптированность к физическим нагрузкам или наоборот? Или это связано со спецификой тренировочного процесса? В изученной нами научной литературе однозначного ответа нет. Мы предполагаем, что такая гемодинамическая характеристика спортсменов Якутии гиперкинетического типа связана с более высоким уровнем развития мышечного компонента тела по сравнению с другими типами. Известно, что во время физической нагрузки мышечная ткань требует большего количества кислорода, питательных веществ. В нашем исследовании у спортсменов с гиперкинетическим типом установлен низкий показатель ОПСС для обеспечения усиленного кровотока во время физической нагрузки.

Заключение. Таким образом, обследование спортсменов-единоборцев Якутии с высокой спортивной квалификацией установило, что по типу гемодинамики большинство (46,9 %) имели эукинетический тип, гипокинетический тип определен у 36,7 %, гиперкинетический – у 16,4 %. Анализ антропометрических параметров выявил, что достоверно большее значение массы тела наблюдается у спортсменов с гипокинетическим типом гемодинамики. Значимо высокое значение

относительного количества мышечной ткани установлено у лиц с гиперкинетическим типом. Дана функциональная характеристика ССС спортсменов с разными типами гемодинамики. При сравнении показателей спортсменов установлено, что лица с гипокинетическим типом имеют низкие значения ДП, СОК, МОК и ПД; высокие значения – ОПСС, ДАД до и после нагрузки, ЧСС после нагрузки. У лиц с гиперкинетическим типом гемодинамики выявлены низкие показатели ОПСС, ДАД; высокие – ДП, СОК, МОК, ПД до нагрузки. Мы предполагаем, что такая гемодинамическая характеристика спортсменов Якутии гиперкинетического типа связана с более высоким уровнем развития мышечного компонента тела по сравнению с другими типами.

Резюмируя выше сказанное, можно сделать вывод, что представленная гемодинамическая характеристика спортсменов-единоборцев Якутии связана с влиянием на их организм комплекса природно-климатических факторов Севера, интенсивностью и спецификой физической нагрузки. Полученные результаты диктуют необходимость учитывать тип гемодинамики спортсмена в планировании его индивидуального тренировочного процесса.

Список литературы

1. Быстрая оценка показателей сердечно-сосудистой системы с помощью кардиореспираторных индексов / Ек.Н. Мокашева, Ев.Н. Мокашева, И.В. Гребенникова и др. // Успехи современной биологии. – 2023. – Т. 143, № 2. – С. 144–150. DOI: 10.31857/S0042132423020072
2. Ванюшин, Ю.С. Функциональное взаимодействие сердечно-сосудистой и дыхательной систем при тестирующих нагрузках / Ю.С. Ванюшин, Н.А. Федоров, Н.О. Кузнецова // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2020. – № 15 (1). – С. 169–175. DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-169-175
3. Ибрагимова, Э.Э. Оценка регуляторных механизмов вегетативной нервной системы регбистов на основе функционального состояния сердечно-сосудистой системы в постсоревновательном периоде / Э.Э. Ибрагимова, В.С. Меситский // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23, № 1. – С. 21–27. DOI: 10.14529/hsm230103
4. Ильютик, А.В. Показатели центральной гемодинамики квалифицированных гребцов / А.В. Ильютик, Д.К. Зубовский, А.Ю. Асташова // Рос. журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1, № 4. DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_04_1
5. Николаев, Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека: медицинское применение, терминология / Д.В. Николаев, С.П. Щелькалина // Клиническое питание и метаболизм. – 2021. – Т. 2, № 2. – С. 80–91. DOI: 10.17816/clinutr72132
6. Одинцова, В.И. Влияние учебно-тренировочного процесса на показатели центральной гемодинамики спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта / В.И. Одинцова // Аллергология и иммунология. – 2007. – Т. 8, № 1. – С. 32.
7. Оляшев, Н.В. Дифференцированный подход в физическом воспитании студентов на основе учета типа гемодинамики / Н.В. Оляшев, И.А. Варенцова, В.Н. Пушкина // Изв. Тул. гос. ун-та. Физ. культура. Спорт. – 2015. – № 1. – С. 27–32.

8. Петрова, П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям Севера / П.Г. Петрова. – Якутск: Дани АлмаС, 2011. – 272 с.
9. Погоньшева, И.А. Биоэлектрическая активность сердца спортсменов в условиях Приобского Севера / И.А. Погоньшева, Д.А. Погоньшев, В.С. Соловьев // Вестник Тюмен. гос. ун-та. Экология и природопользование. – 2015. – Т. 1, № 3. – С. 218–224.
10. Развитие общей и специальной выносливости у спортсменов, занимающихся рукопашным боем / А.А. Егоров, В.А. Исламов, Е.Л. Матвеев, А.Н. Мартышев // Актуальные проблемы физ. и спец. подготовки силовых структур. – 2021. – № 1. – С. 81–86.
11. Самигуллин, Р.В. Формирование навыков контроля функционального состояния квалифицированных гиревиков / Р.В. Самигуллин, Л.Д. Назаренко, О.В. Шинкаренко // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2019. – Т. 14, № 4. – С. 54–60. DOI: 10.14526/2070-4798-2019-14-4-54-60
12. Терезулов, Ю.Э. Определение дифференцированных типов гемодинамики на основе оценки интегральных показателей кровообращения у здоровых людей и пациентов с артериальной гипертензией / Ю.Э. Терезулов, С.Д. Маянская, Е.Т. Терезулова // Казан. мед. журнал. – 2015. – Т. 96, № 6. – С. 911–917. DOI: 10.17750/КМЖ2015-911
13. Фудин, Н.А. Особенности восстановления спортсменов после выполнения интенсивной физической нагрузки в зоне субмаксимальной мощности / Н.А. Фудин, С.Я. Классина // Теория и практика физ. культуры. – 2021. – № 2. – С. 24–26.
14. Функциональное состояние студентов медицинского вуза по данным анализа вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики / А.П. Спицин, Е.В. Колодкина, Т.А. Першина, И.С. Бяков // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 1 (322). – С. 24–29. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-X-X
15. Хурса, Р.В. Гемодинамические фенотипы у практически здоровых молодых людей с разным уровнем физической подготовки / Р.В. Хурса, Е.И. Забело // Военная медицина. – 2019. – № 3 (52). – С. 112–117.
16. Common carotid artery stiffness and patterns of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients / P. Boutouyne, S. Laurent, X. Girerd et al. // Hypertension. – 1995. – No. 25. – P. 651–656.
17. Effects of high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on maximal oxygen consumption and blood pressure in healthy men: A randomized controlled trial / V.H. Arboleda-Serna, Y. Feito, F.A. Patiño-Villada et al. // Biomedica. – 2019. – Vol. 39 (3). – P. 524–536. DOI: 10.7705/biomedica.4451
18. Exercise-Induced Cardiovascular Adaptations and Approach to Exercise and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review / M.W. Martinez, J.H. Kim, A.B. Shah et al. // J Am Coll Cardiol. – 2021. – Vol. 78 (14). – P. 1453–1470. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.08.003
19. The Effect of Exercise Training on Autonomic Cardiovascular Regulation: From Cardiac Patients to Athletes / F. Iellamo, M. Volterrani, A. Di Gianfrancesco et al. // Curr Sports Med Rep. – 2018. – Vol. 17 (12). – P. 473–479. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000544
20. Vetter, T.R. Descriptive Statistics: Reporting the Answers to the 5 Basic Questions of Who, What, Why, When, Where, and a Sixth, So What? / T.R. Vetter // Anesth Analg. – 2017. – Vol. 125 (5). – P. 1797–1802. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002471

References

1. Mokasheva E.N., Mokasheva E.N., Grebennikova I.V. et al. [Rapid Assessment of Cardiovascular System Indicators Using Cardiorespiratory Indices]. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Successes of Modern Biology], 2023, vol. 143, no. 2, pp. 144–150. (in Russ.) DOI: 10.31857/S0042132423020072
2. Vanushin Yu.S., Fedorov N.A., Kuznecova N.O. [Functional Interaction of the Cardiovascular and Respiratory Systems During Testing Loads]. *Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-psychological and Medical-biological Problems of Physical Culture and Sports], 2020, no. 15(1), pp. 169–175. (in Russ.) DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-169-175
3. Ibragimova E.E., Mesitskiy V.S. Evaluation of the Regulatory Mechanisms of the Autonomic Nervous System of Rugby Players Based on the Functional State of the Cardiovascular System in the Post-

competitive Period. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 1, pp. 21–27. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm230103

4. Il'yutik A.V., Zubovskiy D.K., Astashova A.Yu. [Indicators of Central Hemodynamics of Qualified Rowers]. *Rossiyskiy zhurnal sportivnoy nauki: medicina, fiziologiya, trenirovka* [Russian Journal of Sports Science. Medicine, Physiology, Training], 2022, vol. 1, no. 4. (in Russ.) DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_04_1

5. Nikolaev D.V., Shhelykalina S.P. [Bioimpedance Analysis of Human Body Composition. Medical Application, Terminology]. *Klinicheskoe pitaniye i metabolism* [Clinical Nutrition and Metabolism], 2021, vol. 2, no. 2, pp. 80–91. (in Russ.) DOI: 10.17816/clinutr72132

6. Odincova V.I. [Influence of the Training Process on the Indicators of Central Hemodynamics of Athletes Involved in Speed-strength Sports]. *Allergologiya i immunologiya* [Allergology and Immunology], 2007, vol. 8, no. 1, 32 p. (in Russ.)

7. Olyashev N.V., Varentsova I.A., Pushkin V.N. [A Differentiated Approach in the Physical Education of Students Based on the Type of Hemodynamics]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Fizicheskaya kul'tura. Sport* [Proceedings of the Tula State University. Physical Culture. Sport], 2015, no. 1, pp. 27–32. (in Russ.)

8. Petrova P.G. *Ekologo-fiziologicheskie aspekty adaptatsii cheloveka k usloviyam Severa* [Ecological and Physiological Aspects of Human Adaptation to the Conditions of the North]. Yakutsk, Dani AlmaS Publ., 2011. 272 p.

9. Pogonysheva I.A., Pogonyshev D.A., Solov'ev V.S. [Bioelectric Activity of the Heart of Athletes in the Conditions of the Priobsky North]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and Nature Management], 2015, vol. 1, no. 3, pp. 218–224. (in Russ.)

10. Egorov A.A., Islamov V.A., Matveev E.L., Martyshev A.N. [Development of General and Special Endurance in Athletes Involved in Hand-to-hand Combat]. *Aktual'nyye problemy fizicheskoy i spetsial'noy podgotovki silovykh struktur* [Actual Problems of Physical and Special Training of Power Structures], 2021, no. 1, pp. 81–86. (in Russ.)

11. Samigullin R.V., Nazarenko L.D., Shinkarenko O.V. [Formation of Skills to Control the Functional State of Qualified Kettlebell Lifters]. *Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-psychological and Medical-biological Problems of Physical Culture and Sports], 2019, vol. 14, no. 4, pp. 54–60. (in Russ.) DOI: 10.14526/2070-4798-2019-14-4-54-60

12. Teregulov Yu.E., Mayanskaya S.D., Teregulova E.T. [Determination of Differentiated Types of Hemodynamics Based on the Assessment of Integral Indicators of Blood Circulation in Healthy People and Patients with Arterial Hypertension]. *Kazanskiy medicinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal], 2015, vol. 96, no. 6, pp. 911–917. (in Russ.) DOI: 10.17750/KMJ2015-911

13. Fudin N.A., Klassina S.Ya. [Features of the Recovery of Athletes After Performing Intense Physical Activity in the Zone of Submaximal Power]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2021, no. 2, pp. 24–26. (in Russ.)

14. Spicin A.P., Kolodkina E.V., Pershina T.A., Byakov I.S. [Functional State of Students of a Medical University According to the Analysis of Heart Rate Variability and Central Hemodynamics]. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya* [Population Health and Habitat], 2020, no. 1 (322), pp. 24–29. (in Russ.) DOI: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-X-X

15. Hursa R.V., Zabelo E.I. [Hemodynamic Phenotypes in Practically Healthy Young People with Different Levels of Physical Fitness]. *Voennaya medicina* [Military Medicine], 2019, no. 3 (52), pp. 112–117. (in Russ.)

16. Boutouyne P., Laurent S., Girerd X. et al. Common Carotid Artery Stiffness and Patterns of Left Ventricular Hypertrophy in Hypertensive Patients. *Hypertension*, 1995, no. 25, pp. 651–656. DOI: 10.1161/01.HYP.25.4.651

17. Arboleda-Serna V.H., Feito Y., Patiño-Villada F.A. et al. Effects of High-intensity Interval Training Compared to Moderate-intensity Continuous Training on Maximal Oxygen Consumption and Blood Pressure in Healthy Men: A Randomized Controlled Trial. *Biomedica*, 2019, vol. 39 (3), pp. 524–536. DOI: 10.7705/biomedica.4451

18. Martinez M.W., Kim J.H., Shah A.B. et al. Exercise-Induced Cardiovascular Adaptations and Approach to Exercise and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. *Journal American Collection Cardiology*, 2021, vol. 78 (14), pp. 1453–1470. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.08.003

19. Iellamo F., Volterrani M., Di Gianfrancesco A. et al. The Effect of Exercise Training on Autonomic Cardiovascular Regulation: From Cardiac Patients to Athletes. *Curr Sports Med Rep.*, 2018, vol. 17 (12), pp. 473–479. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000544

20. Vetter T.R. Descriptive Statistics: Reporting the Answers to the 5 Basic Questions of Who, What, Why, When, Where, and a Sixth, So What? *Anesth Analg.*, 2017, vol. 125 (5), pp. 1797–1802. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002471

Информация об авторах

Гурьева Алла Борисовна, доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии человека, Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия.

Алексеева Вилуя Александровна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной и патологической физиологии человека, Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия.

Пахомов Михаил Дмитриевич, директор, Центр спортивной подготовки сборных команд РС (Я), Якутск, Россия.

Аргунова Лидия Егоровна, главный врач центра спортивной медицины и реабилитации, Центр спортивной подготовки сборных команд РС (Я), Якутск, Россия.

Information about the authors

Alla B. Guryeva, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Human Anatomy, North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

Vilyuya A. Alekseeva, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal and Pathological Human Physiology, North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

Mikhail D. Pakhomov, Director of the Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia.

Lidiya E. Argunova, Chief Physician, Center for Sports Medicine and Rehabilitation, Center for Sports Training of National Teams of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.11.2023

The article was submitted 22.11.2023