

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ ЯКУТОВ В ВОЗРАСТЕ 14–19 ЛЕТ

**В.А. Алексеева**, [viljen1974@mail.ru](mailto:viljen1974@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>

**А.Б. Гурьева**, [guryevaab@mail.ru](mailto:guryevaab@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>

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

**Аннотация. Цель работы:** оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов-единоборцев якутской национальности в возрасте от 14 до 19 лет. **Материалы и методы.** Проведено морфофункциональное обследование 42 спортсменов мужского пола (якутской национальности) в возрасте от 14 до 19 лет. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы включало подсчет частоты сердечных сокращений и измерения артериального давления до и после физической нагрузки. На основании полученных данных были высчитаны: индекс функциональных изменений, среднее артериальное давление, двойное произведение, коэффициент выносливости по формуле А. Квааса, вегетативный индекс Кердо, систолический объем крови, минутный объем крови, среднее динамическое артериальное давление, общее периферическое сопротивление сосудов. Статистическая обработка материала проведена параметрическими и непараметрическими методами (SPSS 17,0). **Результаты.** Обследование выявило, что габаритные размеры тела спортсменов соответствуют общепринятым возрастным, половым и региональным нормам. Средние показатели систолического, диастолического и пульсового давлений были в пределах нормы. Показатели систолического и пульсового давлений восстановились до исходного уровня на 5-й минуте, а диастолического давления – на 10-й минуте после физической нагрузки. По индексу функциональных изменений у спортсменов определяется удовлетворительное функционирование сердечно-сосудистой системы. У большей доли обследованных спортсменов установлено более экономное потребление кислорода миокардом и нормальная выносливость сердечно-сосудистой системы. Доминирование парасимпатической нервной системы установлено у всех обследованных спортсменов. **Заключение.** Интенсивность физических нагрузок соответствует функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы обследованной группы спортсменов и является адекватной их возрасту.

**Ключевые слова:** спортсмены, сердечно-сосудистая система, функциональное состояние, Якутия

**Для цитирования:** Алексеева В.А., Гурьева А.Б. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов-единоборцев якутов в возрасте 14–19 лет // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № S2. С. 30–36. DOI: 10.14529/hsm22s204

Original article  
DOI: 10.14529/hsm22s204

## FUNCTIONAL STATUS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN YAKUT COMBAT ATHLETES AGED FROM 14 TO 19 YEARS

**V.A. Alekseeva**, [viljen1974@mail.ru](mailto:viljen1974@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>

**A.B. Guryeva**, [guryevaab@mail.ru](mailto:guryevaab@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>

*North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia*

**Abstract. Aim:** the authors assess the functional status of the cardiovascular system in yakut combat athletes aged from 14 to 19 years. **Materials and methods:** the study involved morphological and functional examination of 42 yakut male athletes aged from 14 to 19 years. Heart rate and blood pressure measurements were performed before and after exercise. Based on the obtained data, the following parameters were calculated: the index of functional changes, mean blood pressure, double product, endurance coefficient (A. Quaas), vegetative index (Kerdo), systolic blood volume, minute volume, mean dynamic blood

pressure, total peripheral vascular resistance. Statistical processing of the results obtained was performed with parametric and nonparametric methods (SPSS 17.0). **Results.** The results of morphological and functional examination showed that body dimensions in athletes corresponded to the generally accepted age, gender, and regional standards. The mean values of systolic, diastolic, and pulse pressures were within the reference values. Systolic and pulse pressures returned to baseline at the 5th minute, diastolic pressure – at the 10th minute after exercise. The index of functional changes in athletes reflects the performance of the cardiovascular system. The majority of the athletes had more efficient myocardial oxygen consumption and normal endurance of the cardiovascular system. The dominance of the parasympathetic system was found in all athletes. **Conclusion.** Physical activity intensity corresponds to the functional capabilities of the cardiovascular system of athletes and is adequate for their age.

**Keywords:** athletes, cardiovascular system, functional status, Yakutia

**For citation:** Alekseeva V.A., Guryeva A.B. Functional status of the cardiovascular system in yakut combat athletes aged from 14 to 19 years. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(S2):30–36. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm22s204

**Введение.** Сердечно-сосудистая система является наиболее динамичной системой, быстро реагирующей на различные факторы внешней и внутренней среды: психоэмоциональное состояние, физические нагрузки, погодные условия и т. д. [4, 5, 11, 13]. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов является важным, так как имеет значение для оценки адекватности физических нагрузок и адаптации к ним, а также для определения морфофункциональных особенностей организма [12]. Особый научный и практический интерес вызывает определение влияния систематических физических нагрузок на организм подростка, так как в этот возрастной период происходят значимые морфофункциональные изменения в организме. Например, наблюдается несоответствие размеров сердца к диаметру кровеносных сосудов и клапанам сердца, отставание развития сердца от скорости увеличения габаритных размеров тела. Все это может привести к возникновению функциональных шумов и развитию так называемого «капельного сердца». Данные изменения связаны с возрастной морфологической и физиологической перестройкой эндокринной и нервной систем организма [9]. Эти процессы, происходящие в сердечно-сосудистой системе подростка, увеличивают риск развития вегетососудистых дистоний и подростковой гипертонии [10, 14]. Поэтому оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы подростков, занимающихся спортом, необходима для определения влияния систематических физических нагрузок на организм подростка.

**Цель работы:** оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы

спортсменов-единоборцев якутской национальности в возрасте от 14 до 19 лет.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось среди спортсменов ГБУ РС (Я) «Школа высшего спортивного мастерства». Морфофункциональное обследование проведено на 42 учащихся мужского пола в возрасте от 14 до 19 лет. На основании анкетных данных была установлена этническая принадлежность. Определено, что все обследованные спортсмены – якутской национальности, родились и проживают в Якутии постоянно. По возрастной классификации 22 мальчика относились к подростковому возрасту (14–16 лет), 20 – к юношескому периоду (17–21 лет) онтогенетического цикла человека. Все обследованные спортсмены занимались единоборствами (бокс, вольная борьба). Научная работа проведена после добровольного подписания участниками исследования информированного согласия. Были исключены лица с острыми заболеваниями и обострением хронических болезней на момент обследования.

Антропометрическое исследование включало измерение габаритных размеров тела – длины и массы тела. Измерения АД и подсчет пульса проводились до и сразу после физической нагрузки, затем на пятой и десятой минутах после нагрузки. В качестве физической нагрузки спортсменам предложили полное приседание с вытянутыми вперед руками со скоростью 20 приседаний за 30 секунд. Определены систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД) и высчитано пульсовое давление (ПД) по формуле  $ПД = САД - ДАД$ .

Проведена оценка функционального со-

стояния системы кровообращения. ИФИ (индекс функциональных изменений) является показателем адаптационного потенциала системы кровообращения. Был рассчитан по формуле:  $ИФИ = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times В + 0,009 \times ВТ - 0,009 \times Р - 0,27$ , где ЧСС – частота сердечных сокращений в покое (уд./мин), САД – систолическое артериальное давление (мм рт. ст.), ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.), В – возраст (лет), ВТ – вес тела (кг), Р – рост (см). Значение ИФИ до 2,6 характеризует удовлетворительную работу системы кровообращения. Показатель ИФИ от 2,6 до 3,1 говорит о напряжении функции, от 3,1 до 3,5 – о неудовлетворительной функции, от 3,5 и выше – о срыве функции системы кровообращения.

Среднее АД характеризует состояние кровоснабжения периферического сосудистого русла и рассчитывается по формуле  $АД_{ср} = (САД - ДАД)/3 + ДАД$ , мм рт. ст. ДП (двойное произведение) было рассчитано по формуле:  $ДП = ЧСС \times САД / 100$ , у. е., где ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 минуту, САД – систолическое артериальное давление. ДП отражает функцию миокарда. Значение ДП 75 усл. ед. и меньше расценивается как «выше среднего», от 76 до 89 усл. ед. – «среднее», 90 и выше – «ниже среднего». КВ (коэффициент выносливости) =  $ЧСС \times 10 / (САД - ДАД)$ , у. е. Показателем нормы является величина от 12 до 16 усл. ед., увеличение КВ свидетельствует о детренированности сердечно-сосудистой системы (ССС), уменьшение показателя – об усилении ССС. КВ свидетельствует о функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы.

ВИК (вегетативный индекс Кердо) используется для оценки влияния вегетативной нервной системы на систему кровообращения. Определен по формуле  $ВИК = (1 - ДАД/ЧСС) \times 100$ , у. е. Отрицательный показатель индекса означает преобладание парасимпатической нервной системы (ваготония), а положительный – симпатической (симпатикотония). Нулевое значение индекса показывает равновесие в вегетативной нервной системе.

Систолический объем крови (СОК) характеризует силу миокарда левого желудочка сердца, его оценивали непрямым методом по формуле Старра:  $СОК = 90,97 + (0,54 \times ПД) - (0,57 \times ДД) - (0,61 \times В)$ , где СОК – систолический объем крови – это объем крови, выбра-

сываемой левым желудочком сердца в аорту (правым – в легочный ствол) за одну систолу (мл); ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.); ДД – диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.); В – возраст испытуемого в годах. Величина СОК в условиях нормальной работы сердца должна составлять 45–70 мл [2, 15]. Минутный объем крови (МОК) рассчитывали по формуле:  $МОК = УО \times ЧСС$  мл/мин, где УО – ударный объем сердца (мл); ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту (уд./мин).

Среднее динамическое артериальное давление (СДД) определяли по формуле Хикема:  $СДД = ДАД + (САД - ДАД)/3$ , мм рт. ст., где ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.); САД – систолическое артериальное давление (мм рт. ст.). Показатель нормы СДД равен 75–85 мм рт. ст. Величину общего периферического сопротивления (ОПСС) рассчитывали по формуле Пуазейля:  $ОПСС = 1330 \times 60 (СДД/МОК)$ ,  $дин \cdot с \cdot см^{-5}$ ; где 1330 – множитель для перевода давления (мм рт. ст.) в дин; 60 – число секунд в минуте; СДД – среднее динамическое давление (мм рт. ст.); МОК – минутный объем кровотока (мл/мин). Нормальным считалось значение ОПСС от 1400 до 2500  $дин \cdot с \cdot см^{-5}$  [3].

Статистический анализ полученных данных проведен с применением параметрических и непараметрических методов с использованием пакета прикладных программ SPSS 17.0. Вычислены распределения признаков и оценка характеристик распределения (минимум, максимум, среднее, стандартное отклонение). Оценка межгрупповых различий проведена по U-критерию Манна – Уитни. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$  [7].

**Результаты исследования.** Первым этапом исследования явилось определение габаритных размеров тела спортсменов. Среднее значение длины тела было равно  $164,26 \pm 7,85$  см (минимум – 150,0 см; максимум – 180,0 см), массы тела –  $54,38 \pm 7,64$  кг (минимум – 42,0 кг; максимум – 72,5 кг). Полученные данные соответствуют общепринятым возрастным, половым и региональным нормам [6]. Вторым этапом исследования был анализ функциональных показателей сердечно-сосудистой системы до и после физической нагрузки. Средние показатели САД и ДАД до физической нагрузки (исходный уровень артериального давления) составили  $116,7 \pm 9,15$  мм рт. ст. и  $64,4 \pm 8,23$  мм рт. ст. соответственно и были в пределах нормальных значений (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Показатели систолического и диастолического давления спортсменов до и после физической нагрузки  
Systolic and diastolic pressures in athletes before and after exercise

Параметры Parameter	Минимум Minimum	Максимум Maximum	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation
САД, мм рт. ст. до физической нагрузки SBP, mm Hg before exercise	102	124	116,7	9,15
САД <sup>1</sup> , мм рт. ст. / SBP <sup>1</sup> , mm Hg	104	131	122,1	9,67
САД <sup>2</sup> , мм рт. ст. / SBP <sup>2</sup> , mm Hg	101	125	115,4	7,63
САД <sup>3</sup> , мм рт. ст. / SBP <sup>3</sup> , mm Hg	104	127	111,7	6,53
ДАД, мм рт. ст. до физической нагрузки DBP, mm Hg before exercise	44	77	64,4	8,23
ДАД <sup>1</sup> , мм рт. ст. / DBP <sup>1</sup> , mm Hg	48	82	69,9	7,76
ДАД <sup>2</sup> , мм рт. ст. / DBP <sup>2</sup> , mm Hg	57	98	71,0	11,36
ДАД <sup>3</sup> , мм рт. ст. / DBP <sup>3</sup> , mm Hg	53	74	63,6	6,53

*Примечание.* САД<sup>1</sup>, САД<sup>2</sup>, САД<sup>3</sup> – систолическое артериальное давление сразу после физической нагрузки, через 5 минут, через 10 минут; ДАД<sup>1</sup>, ДАД<sup>2</sup>, ДАД<sup>3</sup> – диастолическое артериальное давление сразу после физической нагрузки, через 5 минут, через 10 минут.

*Note.* SBP<sup>1</sup>, SBP<sup>2</sup>, SBP<sup>3</sup> – systolic blood pressure immediately after exercise, in 5 minutes, in 10 minutes; DBP<sup>1</sup>, DBP<sup>2</sup>, DBP<sup>3</sup> – diastolic blood pressure immediately after exercise, in 5 minutes, in 10 minutes.

Таблица 2

Table 2

Показатели пульсового давления и частоты сердечных сокращений спортсменов до и после физической нагрузки  
Pulse pressure and heart rate measurements in athletes before and after exercise

Параметры Parameter	Минимум Minimum	Максимум Maximum	Среднее Mean	Стандартное отклонение Standard deviation
АД пульсовое, мм рт. ст. до физической нагрузки PBP, mm Hg. before exercise	38	77	54,3	9,41
АД пульсовое <sup>1</sup> , мм рт. ст. / PBP <sup>1</sup> , mm Hg	45	78	59,2	7,15
АД пульсовое <sup>2</sup> , мм рт. ст. / PBP <sup>2</sup> , mm Hg	20	60	44,4	12,07
АД пульсовое <sup>3</sup> , мм рт. ст. / PBP <sup>3</sup> , mm Hg	38	57	48,1	5,90
ЧСС, уд./мин, до физической нагрузки Heart rate, bpm, before exercise	51	100	74,5	15,35
ЧСС <sup>1</sup> , уд./мин / Heart rate <sup>1</sup> , bpm	62	115	85,9	17,21
ЧСС <sup>2</sup> , уд./мин / Heart rate <sup>2</sup> , bpm	58	109	80,2	16,67
ЧСС <sup>3</sup> , уд./мин / Heart rate <sup>3</sup> , bpm	60	107	79,8	15,50

*Примечание.* АД пульсовое<sup>1</sup>, АД пульсовое<sup>2</sup>, АД пульсовое<sup>3</sup> – пульсовое артериальное давление сразу после физической нагрузки, через 5 минут, через 10 минут; ЧСС<sup>1</sup>, ЧСС<sup>2</sup>, ЧСС<sup>3</sup> – частота сердечных сокращений сразу после физической нагрузки, через 5 минут, через 10 минут.

*Note.* PBP<sup>1</sup>, PBP<sup>2</sup>, PBP<sup>3</sup> – Pulse blood pressure immediately after exercise, in 5 minutes, in 10 minutes; heart rate<sup>1</sup>, heart rate<sup>2</sup>, heart rate<sup>3</sup> – immediately after exercise, in 5 minutes, in 10 minutes.

Измерение величин САД и ДАД сразу после проделанной физической нагрузки выявило увеличение показателей на 6,6 и 5,5 мм рт. ст. соответственно. Анализ динамики величин артериального давления выявил, что показатели достигли исходного уровня: САД – через 5 минут, ДАД – через 10 минут после физической нагрузки.

Таким образом, на 5-й минуте после физической нагрузки достоверно снижается уровень систолического давления, а на 10-й минуте – диастолического давления до исходного уровня ( $p < 0,001$ ). Средняя величина пульсового давления до физической нагрузки была равна  $54,3 \pm 9,41$  мм рт. ст. (табл. 2). Частота сердечных сокращений в среднем

была равна  $74,5 \pm 15,35$  уд./мин. После физической нагрузки пульсовое давление повысилось на 4,9 мм рт. ст., ЧСС – на 11,4 уд./мин. Анализ динамики показателей определил их восстановление до исходного уровня на пятой минуте после физической нагрузки.

На основании полученных данных высчитаны индексы, определяющие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы [1]. Средняя величина ИФИ у обследованных спортсменов была равна 1,96 (минимум – 1,48, максимум – 2,4, стандартное отклонение – 0,26). По ИФИ определено удовлетворительное функционирование ССС у всех обследованных лиц. Неудовлетворительная функция, напряжение и срыв функции ССС не наблюдались. АД среднее составило 82,06 мм рт. ст. (минимум – 67,00; максимум – 92,00; стандартное отклонение – 7,17). ДП является индексом миокардиального потребления кислорода, в среднем составил 89,45 усл. ед. (минимум – 56,65; максимум – 124,62; стандартное отклонение – 20,31). Значение ДП «выше среднего» определено у 28,6 % обследованных, «среднее» значение – у 28,6 %, «ниже среднего» – 42,8 %. Анализ показал, что в обследованной нами группе спортсменов у большинства лиц ДП находилось в диапазоне от 76,0 и выше. Полученные результаты означают, что у спортсменов в условиях покоя сердце функционирует в более экономичном режиме, при меньшем потреблении кислорода. Среднее значение КВ составило 14,35 у. е. (минимум – 7,79; максимум – 23,08; стандартное отклонение – 3,71). По КВ детренированность, т. е. ослабление функций сердечно-сосудистой системы выявлена у 23,8 % обследованных спортсменов. У 33,3 % спортсменов определялось увеличение функциональных возможностей ССС, что указывает на утомление системы кровообращения. Нормальный КВ определен у 42,9 % спортсменов.

Анализ ВИК показал, что у всех обследованных юных спортсменов выявляется ваготония. Среднее значение ВИК было равно 86,41 у. е. (минимум – 125,49; максимум – 46,74, стандартное отклонение – 18,57). У подростков г. Якутска, не занимающихся спортом, было установлено преобладание симпатикотонии [8]. Преобладание тонуса парасимпатической нервной системы в организме человека показывает более экономное использование энергетических и функциональных

резервов организма, что свидетельствует о благоприятном течении адаптационных процессов в организме.

Среднее значение систолического объема крови (СОК) до физической нагрузки было равно  $72,65 \pm 8,86$  мл. После физической нагрузки величина СОК достоверно не изменилась и в среднем составила  $73,44 \pm 6,13$  мл (минимум – 63,98 мл, максимум – 90,23 мл). Минутный объем крови (МОК) – это объем крови, проходящий через поперечное сечение аорты из левого желудочка сердца (и легочного ствола из правого желудочка) за одну минуту. Величина МОК зависит от возраста, пола, габаритных размеров тела, интенсивности физической нагрузки. В обследованной группе спортсменов среднее значение МОК было равно 5476,92 мл/мин.

Среднее динамическое артериальное давление – практически не изменяющаяся величина, которая отражает степень эластичности артериальной стенки и показывает согласованность регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления сосудов. По величине СДД 47,6 % обследованных спортсменов имели нормальное значение показателя, величина «ниже нормы» и «выше нормы» регистрировалась в статистически одинаковых долях 23,8 % и 28,6 % соответственно.

**Заключение.** Проведенное морфофункциональное обследование выявило, что габаритные размеры тела спортсменов от 14 до 19 лет, занимающихся единоборствами, соответствуют общепринятым возрастным, половым и региональным нормам. Были измерены основные гемодинамические показатели до и после физической нагрузки и высчитаны индексы, определяющие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Средние показатели САД, ДАД, пульсового давления были в пределах нормы. Анализ динамики показателей систолического и пульсового давлений определил их восстановление до исходного уровня на пятой минуте, а диастолического давления – на 10-й минуте после физической нагрузки. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы выявила, что по ИФИ у всех обследованных лиц определяется удовлетворительное функционирование ССС. По параметру ДП у большинства обследованных спортсменов установлено более экономное потребление кислорода миокардом, а по КВ большая доля обследованных имела нормальную выносли-

вость сердечно-сосудистой системы. Анализ ВИК показал, что у всех обследованных спортсменов выявляется доминирование парасимпатической нервной системы. Параметры СОК, МОК, СДД и ОПСС находились в пределах нормы.

Таким образом, интенсивность физических нагрузок, предъявляемая в тренировочном процессе, соответствует функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы обследованной группы спортсменов и является адекватной их возрасту.

### Список литературы

1. Аронов, Д.М. Функциональные нагрузочные пробы в кардиологии / Д.М. Аронов, В.П. Лупанов // Кардиология. Национальное руководство: сб. науч. тр. – М., 2015. – С. 95–103.
2. Баевский, Р.М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, В.К. Вакулин // Здравоохранение Российской Федерации. – 1987. – № 9. – С. 5–23.
3. Брудная, Э.Н. Методы функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы / Э.Н. Брудная, И.Ф. Остапчук. – Киев: Здоров'я, 1988. – 276 с.
4. Исследование морфофункционального развития и физического здоровья студентов 18–22 лет / С.Н. Блинков, А.Ф. Башмак, В.А. Мезенцева, С.Е. Бородачева // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 7 (161). – С. 32–37.
5. Критерии биологической надежности растущего организма и взрослых спортсменов / Ю.С. Ванюшин, Н.А. Федоров, Г.К. Хузина, А.Г. Яруллин // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 97–102.
6. Маринова, Л.Г. Подросток: рост и развитие на Севере / Л.Г. Маринова, Н.В. Саввина, И.Л. Саввина // Якут. мед. журнал. – 2016. – № 2 (54). – С. 29–31.
7. Петри, А. Наглядная медицинская статистика / А. Петри, К. Сэбин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.
8. Психологический статус и состояние вегетативной нервной системы у подростков города Якутска / С.Ю. Артамонова, А.М. Аммосова, Н.М. Захарова и др. // Якут. мед. журнал. – 2019. – № 1 (65). – С. 112–114.
9. Рахимов, М.И. Особенности хронотропной реакции детей и подростков на физическую нагрузку / М.И. Рахимов // Фундамент. исследования. – 2015. – № 2–16. – С. 3536–3538.
10. Синдром вегетативных дисфункций у детей и подростков / Л.С. Чутко, Т.Л. Корнишина, С.Ю. Сурушкина и др. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2018. – Т. 118, № 1. – С. 43–49. DOI: 10.17116/jnevro20181181143-49
11. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes / C.J. Lavie, R. Arena, D.L. Swift et al. // Circ Res. – 2015 Jul 03. – No. 117 (2). – P. 207–219.
12. Haemodynamic response to exercise in healthy young and elderly subjects / H.J. Bogaard, H.H. Woltjer, B.M. Dekker et al. // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. – 1997. – No. 75 (5). – P. 435–442. DOI: 10.1161 / circresaha.117.305205
13. Impact of chronic psychosocial stress on autonomic cardiovascular regulation in otherwise health subjects / D. Lucini, G. Di Fede, G. Parati, M. Pagani // Hypertension. – 2005. – Vol. 46. – P. 1201.
14. Prevalence of Hypertension and Pre-Hypertension among Adolescents / K.L. McNiece, T.S. Poffenbarger, J.L. Turner et al. // J. Pediatr. – 2007. – Vol. 150, No. 6. – P. 640. DOI: 10.1016/j.jpeds.2007.01.052
15. Vincent, J.L. Understanding cardiac output / J.L. Vincent // Crit Care. – 2008. – No. 12 (4). – P. 174. DOI: 10.1186 / cc6975

### References

1. Aronov D.M., Lupanov V.P. [Functional Load Tests in Cardiology]. *V sbornike: Kardiologiya. Nacional'noe rukovodstvo* [In the Collection. Cardiology. National Leadership], 2015, pp. 95–103. (in Russ.)
2. Baevskiy R.M., Berseneva V.K., Vakulin A.P. [Evaluation of the Effectiveness of Preventive Measures Based on the Measurement of Adaptive Capacity]. *Zdravoohranenie Rossiyskoy federacii* [Health Protection of the Population of the Russian Federation], 1987, no. 9, pp. 5–23. (in Russ.)
3. Brudnaya E.N., Ostapchuk I.F. *Metody funktsional'noy diagnostiki serdechno-sosudistoy sistemy* [Methods of Functional Diagnostics of the Cardiovascular System]. Kiev, Health Publ., 1988. 276 p.

4. Blinkov S.N., Bashmak A.F., Mezenceva V.A., Borodacheva S.E. [Study of Morphofunctional Development and Physical Health of Students Aged 18–22]. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2018, no. 7 (161), pp. 32–37. (in Russ.)
5. Vanyushin Yu.S., Fedorov N.A., Huzina G.K., Yarullin A.G. [The Criterion of Biological Reliability of a Growing Organism and Adult Athletes]. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-Psychological and Medical-Biological Problems of Physical Culture and Sports], 2019, vol. 14, no. 2, pp. 97–102. (in Russ.)
6. Marinova L.G., Savvina N.V., Savvina I.L. [Teenager. Growth and Development in the North]. *Yakutskiy medicinskiy zhurnal* [Yakut Medical Journal], 2016, no. 2 (54), pp. 29–31. (in Russ.)
7. Petri A., Sebin K. *Naglyadnaya medicinskaya statistika* [Visual Medical Statistics]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2015. 216 p.
8. Artamonova S.Yu., Ammosova A.M., Zaharova N.M. et al. [Psychoemotional Sat, the State of the Autonomic Nervous System in Adolescents of the City of Yakutsk]. *Yakutskiy medicinskiy zhurnal* [Yakut Medical Journal], 2019, no. 1 (65), pp. 112–114. (in Russ.) DOI: 10.25789/YMJ.2019.65.34
9. Rakhimov M.I. [The Peculiarities of Chronotropic Heart Reaction Among Children and Adolescents After Doing Physical Activity]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2015, no. 2–16, pp. 3536–3538. (in Russ.)
10. Chutko L.S., Kornishina T.L., Surushkina S.Yu. et al. [Syndrome of Autonomic Dysfunction in Children and Adolescents]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychology S.S. Korsakov], 2018, no. 118 (1), pp. 43–49. (in Russ.) DOI: 10.17116/jnevro20181181143-49
11. Lavie C.J., Arena R., Swift D.L. et al. Exercise and the Cardiovascular System: Clinical Science and Cardiovascular Outcomes. *Circ Reserch*, 2015, no. 117 (2), pp. 207–219. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.117.305205
12. Bogaard H.J., Woltjer H.H., Dekker B.M. et al. Haemodynamic Response to Exercise in Healthy Young and Elderly Subjects. *European Journal Appl Physiology Occup Physiology*, 1997, no. 75 (5), pp. 435–442. DOI: 10.1161/circresaha.117.305205
13. Lucini D., Di Fede G., Parati G., Pagani M. Impact of Chronic Psychosocial Stress on Autonomic Cardiovascular Regulation in Otherwise Health Subjects. *Hypertension*, 2005, vol. 46, p. 1201. DOI: 10.1161/01.HYP.0000185147.32385.4b
14. McNiece K.L., Poffenbarger T.S., Turneret J.L. et al. Prevalence of Hypertension and Pre-Hypertension Among Adolescents. *Journal Pediatr*, 2007, vol. 150, no. 6, p. 640. DOI: 10.1016/j.jpeds.2007.01.052
15. Vincent J.L. Understanding Cardiac Output. *Crit Care*, 2008, no. 12 (4), p. 174. DOI: 10.1186/cc6975

#### **Информация об авторах**

**Алексеева Вилуя Александровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной и патологической физиологии человека, Северо-Восточный федеральный университет. Россия, 677013, Якутск, ул. Ойунского, д. 27.

**Гурьева Алла Борисовна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной и патологической анатомии, оперативной хирургии с топографической анатомией и судебной медицины, Северо-Восточный федеральный университет. Россия, 677013, Якутск, ул. Ойунского, д. 27.

#### **Information about the authors**

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

**Alla B. Guryeva**, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Normal and Pathological Anatomy, Operative Surgery with Topographic Anatomy and Forensic Medicine, North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

**Статья поступила в редакцию 15.06.2022**

**The article was submitted 15.06.2022**