

— МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ —

УДК 612.143

DOI 10.25587/SVFU.2023.58.61.009

*В. А. Алексеева, А. Б. Гурьева***ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
СПОРТСМЕНОВ В ОТВЕТ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОМАТОТИПА**

Аннотация. Для достижения высоких спортивных результатов необходимо всестороннее изучение организма спортсменов. Наиболее информативным и доступным является морфофункциональное исследование. Однако остается недостаточно изученным функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов в зависимости от их соматотипологической принадлежности. Цель работы: Определить показатели сердечно-сосудистой системы спортсменов в ответ на физическую нагрузку в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенку. Проведено антропометрическое и функциональное исследование сердечно-сосудистой системы 49 спортсменов высшего спортивного мастерства, занимающихся вольной борьбой в Республиканском центре спортивной подготовки сборных команд Республики Саха (Якутия). Для определения соматотипа был использован индекс Риз-Айзенка. Функциональное обследование сердечно-сосудистой системы включало измерение артериального давления и подсчета пульса в покое, затем через 1 и 2 минуты после физической нагрузки. Физическая нагрузка представляла собой полное приседание с вытянутыми вперед руками с частотой 20 приседаний за 30 секунд. С целью определения переносимости физической нагрузки рассчитан индекс Руфье. Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы определен с использованием индекса функциональных изменений. Соматотипирование по индексу Риз-Айзенка среди обследованных спортсменов выявило, что значимо большая доля обследованных лиц имела нормостенический соматотип. У пикников регистрируются значимо большие величины массы тела и поперечного диаметра грудной клетки. Функциональное обследование сердечно-сосудистой системы с применением физической нагрузки выявило значимо большее повышение систолического артериального

АЛЕКСЕЕВА Вилюя Александровна – к.м.н., доцент кафедры нормальной и патологической физиологии МИ ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова». 677013 г. Якутск ул. Ойунского 27. E-mail: viljen1974@mail.ru. К/тел:89969152961

ALEKSEEVA Vilyuia Aleksandrovna – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal and Pathological Physiology, Institute of Medicine, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University; 677013 Yakutsk Oyunskogo str. 27. E-mail: viljen1974@mail.ru. K/tel:89969152961

ГУРЬЕВА Алла Борисовна – д.м.н., доцент по кафедре анатомии человека, профессор кафедры нормальной и патологической анатомии, оперативной хирургии с топографической анатомией и судебной медицины МИ ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова». 677013 г. Якутск ул. Ойунского 27. E-mail: guryevaab@mail.ru. К/тел: 89246638386

GURYEVA Alla Borisovna – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Human Anatomy, Professor of the Department of Normal and Pathological Anatomy, Operative Surgery with Topographic Anatomy and Forensic Medicine, Institute of Medicine, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University; 677013 Yakutsk Oyunskogo str. 27

давления через 1 и 2 минуты и частоты сердечных сокращений через 1 минуту после физической нагрузки у лиц с пикническим соматотипом по сравнению с другими. Анализ результатов индекса функциональных изменений спортсменов в зависимости от соматотипа выявил напряжение функции сердечно-сосудистой системы только у спортсменов с пикническим соматотипом. Полученные результаты указывают на то, что тренировочный процесс должен подбираться индивидуально, учитывая соматотип спортсмена, так как среди пикников имеются лица с напряжением функции сердечно-сосудистой системы при хороших результатах переносимости физической нагрузки по индексу Руфье.

Ключевые слова: спортсмены, единоборства, соматотип, сердечно-сосудистая система, астеники, нормостеники, пикники, индекс Риз-Айзенка

V. A. Alekseeva, A. B. Guryeva

CARDIOVASCULAR INDICATORS OF ATHLETES IN SOMATOTYPE-RELATED RESPONSE TO PHYSICAL ACTIVITY

Abstract. In order to achieve high sports results, a comprehensive study of the athlete's body is necessary. The morphofunctional study is the most informative and accessible. However, the somatotype-related functional state of the cardiovascular system of athletes remains insufficiently studied. The purpose of the research: To determine the indicators of the cardiovascular system of athletes in response to physical exertion, depending on the somatotype according to Reese-Eysenck. An anthropometric and functional study of the cardiovascular system of 49 athletes of the highest sports skill engaged in freestyle wrestling at the Sakha Republic's Center for Traditional Sports was conducted. The Reese-Eysenck index was used to determine the somatotype. Functional examination of the cardiovascular system included blood pressure measurement and pulse counting at rest, then 1 and 2 minutes after exercise. The exercise consisted of a full squat with arms outstretched with a frequency of 20 squats in 30 seconds. In order to determine the tolerance of physical activity, the Roufier index was calculated. The adaptive potential of the cardiovascular system is determined using the index of functional changes. Somatotyping by the Reese-Eysenck index among the examined athletes revealed that a significantly large proportion of the examined individuals had an athletic somatotype. In pyknics, significantly large indicators of body weight and the transverse diameter of the chest were recorded. A functional examination of the cardiovascular system with the use of physical activity revealed a significantly greater increase in systolic blood pressure after 1 and 2 minutes and heart rate 1 minute after physical activity in individuals with the pyknic somatotype compared with others. The analysis of the results of the index of functional changes of athletes depending on the somatotype revealed the stress of the cardiovascular system function only in athletes of the pyknic somatotype. The obtained results indicate that the training process should be selected individually, taking into account the somatotype of an athlete, since among pyknics there are people with stress of the cardiovascular system with good results of physical activity tolerance according to the Roufier index.

Keywords: athletes, martial arts, somatotype, cardiovascular system, asthenics, athletics, pyknics, Reese-Eysenck index.

Введение: Изучение особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы под воздействием спортивных нагрузок является одним из актуальных вопросов спортивной медицины. Понимание механизмов управления, закономерностей функционирования и методов исследования сердечно-сосудистой системы позволяет подготовить спортсменов высокого класса и обеспечит их пребывание в спортивно-активном состоянии в течении продолжительного времени. Для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов необходимо учитывать их морфофункциональное состояние в зависимости от соматотипологических особенностей [1, 2].

В научной литературе имеются сведения о том, что лица с разными соматотипами могут быть более приспособленными к определенным видам спорта [3, 4, 5]. Однако остается недостаточно изученным вопрос о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы спортсменов в зависимости от их соматотипологической принадлежности.

Своевременная диагностика показателей сердечно-сосудистой системы спортсменов, в зависимости от их соматотипа, позволит откорректировать предъявляемые им физические нагрузки и повысит эффективность тренировочного процесса [6]. Правильно построенный тренировочный процесс позволит не только сохранить здоровье спортсмена, но и будет основой для повышения уровня функциональных возможностей организма.

Цель работы: Определить показатели сердечно-сосудистой системы спортсменов в ответ на физическую нагрузку в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенку.

Материалы и методы: Проведено антропометрическое и функциональное исследование сердечно-сосудистой системы 49 спортсменов высшего спортивного мастерства, занимающихся вольной борьбой в Республиканском центре спортивной подготовки сборных команд Республики Саха (Якутия). Обследованы спортсмены мужского пола, якутской национальности, средний возраст которых составил $21,32 \pm 3,47$ лет. Научная работа проведена с соблюдением этических принципов принятых в Хельсинской декларации (2013) [7].

Были измерены длина и масса тела (ДТ и МТ), поперечный диаметр грудной клетки (ПДГК). Для определения соматотипа был использован индекс Риз-Айзенка, высчитанный по формуле: Индекс Риз-Айзенк = $\text{ДТ}_{\text{см}} \times 100 / (\text{ПДГК}_{\text{см}} \times 6)$ [8]. Интерпретация результатов была следующей:

- менее 96,0 – пикнический соматотип;
- от 96,0 до 106,0 – нормостенический соматотип;
- выше 106,0 – астенический соматотип.

Функциональное обследование сердечно-сосудистой системы включало измерение АД и подсчета пульса автоматическим тонометром Omron M2 Basic в покое, затем через 1 и 2 минуты после физической нагрузки. Физическая нагрузка представляла собой полное приседание с вытянутыми вперед руками с частотой 20 приседаний за 30 секунд. Определены систолическое и диастолическое артериальное давление в покое (САД покой, ДАД покой), систолическое и диастолическое артериальное давление через 1 минуту (САД1, ДАД1) и через 2 минуты (САД2, ДАД2) после физической нагрузки. Высчитано пульсовое давление (ПД). Частота сердечных сокращений определена с такой же периодичностью (ЧСС покой, ЧСС1, ЧСС2).

С целью определения переносимости физической нагрузки рассчитан индекс Руфье по формуле [9]: Индекс Руфье = $(\text{ЧСС покой} + \text{ЧСС1} + \text{ЧСС2} - 200) / 10$. Полученные результаты были оценены как:

- меньше 0 – «атлетическое сердце»;
- от 0 до 5 – «очень хорошее»;
- от 6 до 10 – «хорошее»;
- от 11 до 15 – «средней степени»;
- от 16 до 20 – «недостаточность» по отношению к нагрузке.

Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы определен с использованием индекса функциональных изменений (ИФИ) [10, 11], который был рассчитан по формуле: $\text{ИФИ} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{САД}_{\text{покой}} + 0,008 \times \text{ДАД}_{\text{покой}} + 0,014 \times \text{Возраст} + 0,009 \times \text{МТ} - 0,009 \times \text{ДТ} - 0,27$.

Оценочные критерии выглядели следующим образом:

- менее 2,6 – удовлетворительная функция;
- от 2,6 до 3,1 – напряжение функции;
- от 3,1 до 3,5 – неудовлетворительная функция,
- от 3,5 и выше – срыв функции.

Статистическая обработка проведена с использованием пакета прикладных программ SPSS 22,0. Применены параметрические и непараметрические методы статистического анализа. Вычислены распределения признаков и оценка характеристик распределения (среднее (M), стандартное отклонение (SD), минимум (min), максимум (max)). Оценка межгрупповых различий проведена по U-критерию Манна-Уитни. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение:

Соматотипирование по индексу Риз-Айзенка среди обследованных спортсменов выявило, что достоверно большая доля спортсменов имели нормостенический соматотип (57,1 %). Астенический соматотип выявлен у 28,6 %, пикнический – у 14,3 % спортсменов.

Проведен анализ антропометрических показателей лиц с разными соматотипами, полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Антропометрические показатели спортсменов в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенку

Показатели	Астенический тип (n=14)			Нормостенический тип (n=28)			Пикнический тип (n=7)		
	1			2			3		
	M±SD	Min	Max	M±SD	Min	Max	M±SD	Min	Max
Рост, см	173,35±6,64	162,0	184,0	172,21±7,85	160,0	197,0	178,00±7,76	164,0	189,0
Масса тела, кг	62,42±6,89	53,0	72,0	67,03±10,68	53,0	107,0	94,14±20,01	69,0	108,0
	$P_{1-3}=0,001; P_{2-3}=0,020$								
ПДГК, см	25,78±1,15	24,0	28,0	28,88±1,48	25,0	32,0	32,71±2,28	30,0	37,0
	$P_{1-2}=0,003; P_{1-3}<0,001; P_{2-3}=0,018$								

По среднему показателю роста представители разных соматических типов не имели статистических различий. Значимо большие величины массы тела и ПДГК были зарегистрированы у представителей пикнического соматотипа ($p<0,001$), значимо меньшие показатели – у лиц с астеническим соматотипом.

Параметры систолического, диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений, ИФИ, индекса Руфье спортсменов-единоборцев в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенку до и после физической нагрузки представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели артериального давления, пульса, ИФИ и индекса Руфье спортсменов в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенку до и после физической нагрузки

Показатели	Астенический тип (n=14)			Нормостенический тип (n=28)			Пикнический тип (n=7)		
	1			2			3		
	M±SD	Min	Max	M±SD	Min	Max	M±SD	Min	Max
САД покой	122,0±13,45	100,0	146,0	123,6±9,99	106,0	145,0	123,8±10,05	107,0	134,0
САД1	132,4±16,25	100,0	167,0	136,1±14,65	108,0	169,0	150,1±9,22	143,0	170,0
	$P_{1-3}=0,007; P_{2-3}=0,010$								

Окончание табл. 2

САД2	126,0± 16,87	101,0	156,0	128,0± 9,28	113,0	152,0	140,2± 5,90	131,0	148,0
	P _{1,3} =0,005; P _{2,3} =0,006								
ДАД покой	65,2± 5,62	57,0	80,0	68,2± 11,05	52,0	106,0	72,4± 13,41	52,0	92,0
ДАД1	67,7± 11,14	50,0	86,0	71,3± 9,82	41,0	97,0	77,5± 10,16	65,0	90,0
ДАД2	68,0± 8,94	55,0	87,0	67,2± 10,36	45,0	90,0	74,2± 7,73	61,0	83,0
ЧСС покой	77,3± 12,59	56,0	99,0	72,7± 8,82	52,0	89,0	83,0± 9,16	72,0	102,0
ЧСС1	95,1± 10,02	68,0	134,0	84,2± 8,40	62,0	108,0	108,5± 6,53	75,0	103,0
	P _{1,3} =0,008; P _{2,3} =0,003								
ЧСС2	76,6± 14,78	59,0	111,0	71,2± 12,42	49,0	100,0	78,4± 6,57	70,0	90,0
ИФИ	2,08±0,29	1,58	2,62	2,16±0,24	1,78	2,59	2,41±0,30	2,03	2,77
Индекс Руфье	5,03±4,58	-1,70	14,40	2,85±2,60	-3,70	7,60	4,80±1,98	2,30	7,20

Показатели САД и ДАД до физической нагрузки не имели статистически значимых различий между лицами с разными соматотипами. После проведенной физической нагрузки среднее значение САД, подсчитанное через 1 минуту и через 2 минуты, у лиц с пикническим соматотипом было значимо выше показателей астеников и нормостеников ($p < 0,01$). Средний показатель ЧСС, подсчитанный через 1 минуту после физической нагрузки, у лиц с пикническим соматотипом также был значимо ($p < 0,01$) выше и составил $108,5 \pm 6,53$ сокращений в минуту.

Для определения переносимости физической нагрузки проведена проба Руфье [12]. Средние значения индекса Руфье среди обследованных соматотипологических групп не имели значимых различий (см. табл.2), поэтому был проведен частотный анализ, который выявил, что у спортсменов с астеническим соматотипом очень хорошая переносимость нагрузки определена у 8 человек (57,1%), хорошая – у 6 (42,9%). В группе спортсменов с нормостеническим соматотипом в 21,4% выявлено «атлетическое сердце», в 64,3% – очень хорошая, в 14,3% – хорошая переносимость физической нагрузки. У спортсменов пикников в 57,1% выявлена очень хорошая, в 42,9% – хорошая переносимость физической нагрузки. У представителей всех типов телосложения не выявлены лица со «средней» и «недостаточной» переносимостью физической нагрузки.

Частотный анализ результатов ИФИ спортсменов в зависимости от соматотипа по Риз-Айзенка определил, что лица с астеническим и нормостеническим соматотипами в 100,0% случаев имели удовлетворительный адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы. Напряжение функции сердечно-сосудистой системы выявлено только у спортсменов с пикническим соматотипом (42,9%).

Несмотря на хорошие результаты переносимости физической нагрузки по индексу Руфье, наличие лиц с напряжением функции сердечно-сосудистой системы по ИФИ у пикников

вызывает тревогу, так как при несоответствии предъявляемых физических нагрузок у них может наблюдаться срыв функции сердечно-сосудистой системы.

Выводы: Соматотипирование по индексу Риз-Айзенка среди обследованных спортсменов выявило, что значимо большая доля обследованных лиц имела нормостенический соматотип (57,1 %). Астенический соматотип выявлен у 28,6 %, пикнический – у 14,3 % спортсменов.

У пикников регистрируются значимо большие величины массы тела и ПДГК. Функциональное обследование сердечно-сосудистой системы с применением физической нагрузки выявило значимо большее повышение САД₁, САД₂ и ЧСС₁ у лиц с пикническим соматотипом по сравнению с другими. Анализ результатов ИФИ спортсменов в зависимости от соматотипа выявил напряжение функции сердечно-сосудистой системы только у спортсменов с пикническим соматотипом. Полученные результаты указывают на то, что тренировочный процесс должен подбираться индивидуально, учитывая соматотип спортсмена, так как среди пикников имеются лица с напряжением функции сердечно-сосудистой системы при хороших результатах переносимости физической нагрузки по индексу Руфье. Тренерскому составу, медицинскому сопровождению спортсменов высшего спортивного мастерства необходимо учитывать, что при неправильно подобранной интенсивности физических нагрузок, во время тренировочного процесса, у спортсменов с пикническим соматотипом возможен срыв функции сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Выборная К.В. Соматотипологические характеристики спортсменов различных видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2022. Т. 12. № 3. С. 14-29.
2. Сафарова Д.Д., Хушваков Н.Ю., Чанкаев У. Морфо-функциональные подходы в оценке перспективности спортсменов специализирующихся в игровых видах спорта // Фан-Спортга. 2022. № 5. С. 67-71.
3. Мальцев А.Е., Панасюк Т.В. Возрастные особенности телосложения спортсменок, специализирующихся в синхронном плавании // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2021. № 4. С. 59-71.
4. Ткачук М.Г., Левицкий А.Г., Соболев А.А. Морфогенетические маркеры быстрой тренируемости в борьбе // Человек. Спорт. Медицина. 2019. Т. 19. № 1. С. 130-134.
5. Гричанова Т.Г., Угрюмова М.В., Ильченко М.А. Соматотипологические особенности гребцов-академистов // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2021. Т. 6. № 2. С. 64-68
6. Круглова И.В., Самойлов А.С. Связь результативности с параметрами морфологических моделей у высококвалифицированных спортсменов (обзор литературы) // Современные вопросы биомедицины. 2023. Т. 7. № 3 (24).
7. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
8. Rees W.L., Eysenck H.J. Factorial study of some morphological and psychological aspects of human constitution. // J. Med. Sci., 1945, V. 91. № 382. p. 8–21.
9. Мальцев Д.Н., Векшина Е. В. Диагностическое значение пробы Руфье // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2019. № 5 (16).
10. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 235 с
11. Исаева Е.Е., Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г. Особенности влияния физических нагрузок разной интенсивности на функциональные возможности системы кровообращения девушек и юношей // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2021. № 8 (198). С. 107-111.
12. Скрягин С.В. Индекс Руфье – универсальный показатель работоспособности сердечнососудистой системы в процессе физического воспитания // Электронный научный журнал. 2016. № 2 (5). С. 551-554.

References

1. Vybornaya K.V. Somatotipologicheskie karakteristiki sportsmenov razlichnyh vidov sporta // Sportivnaya medicina: nauka i praktika. 2022. T. 12. № 3. S. 14-29.
2. Safarova D.D., Hushvakov N.YU., CHankaev U. Morfo-funktional'nye podhody v ocenke perspektivnosti sportsmenov specializiruyushchihsya v igrovyyh vidah sporta // Fan-Sportga. 2022. № 5. S. 67-71.
3. Mal'cev A.E., Panasyuk T.V. Vozrastnye osobennosti teloslozheniya sportsmenok, specializiruyushchihsya v sinhronnom plavanii // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya. 2021. № 4. S. 59-71.
4. Tkachuk M.G., Levickij A.G., Sobolev A.A. Morfogeneticheskie markery bystroj treniruемости v bor'be // CHelovek. Sport. Medicina. 2019. T. 19. № 1. S. 130-134.
5. Grichanova T.G., Ugryumova M.V., Il'chenko M.A. Somatotipologicheskie osobennosti grebcov-akademistov // Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreaciya. 2021. T. 6. № 2. S. 64-68
6. Kruglova I.V., Samojlov A.S. Svyaz' rezul'tativnosti s parametrami morfologicheskikh modelej u vysokokvalificirovannyh sportsmenov (obzor literatury) // Sovremennyye voprosy biomeditsiny. 2023. T. 7. № 3 (24).
7. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
8. Rees W.L., Eysenck H.J. Factorial study of some morphological and psychological aspects of human constitution. // J. Med. Sci., 1945, V. 91. № 382. r. 8–21.
9. Mal'cev D.N., Vekshina E. V. Diagnosticheskoe znachenie proby Ruf'e // Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoy kul'tury i sporta. 2019. № 5 (16).
10. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i risk razvitiya zabolevanij. M.: Medicina, 1997. 235 s
11. Isaeva E.E., Tupinevich G.S., SHamratova V.G. Osobennosti vliyaniya fizicheskikh nagruzok raznoj intensivnosti na funkcional'nye vozmozhnosti sistemy krovoobrashcheniya devushek i yunoshek // Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2021. № 8 (198). S. 107-111.
12. Skrygin S.V. Indeks Ruf'e – universal'nyj pokazatel' rabotosposobnosti serdechnososudistoj sistemy v processe fizicheskogo vospitaniya // Elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2016. № 2 (5). S. 551-554.