Дата публикации: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11
УДК 616.839

Publication date: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11
UDC 616.839

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

И.С. Кальбердин, А.Н. Инюшкин
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия

Аннотация. Данная статья посвящена изучению сезонной динамики вегетативных характеристик студентов, интерес к которым часто приобретает прикладное значение. Цель – выявление сезонной ритмичности некоторых вегетативных характеристик студентов-спортсменов, занимающихся спортом. Наблюдение провели на студентах Самарского университета, были собраны и обработаны базовые и расчетные показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы, а также адаптационный потенциал и некоторые обменные процессы. Основываясь на результате двухгодичного наблюдения за группой спортсменов, были получены результаты, которые показали сезонную ритмическую обусловленность вегетативных характеристик.
Ключевые слова: артериальное давление, проба Руфье, индекс Кердо, адаптационный потенциал, основной обмен.

SEASONAL DYNAMICS OF THE AUTONOMIC CHARACTERISTICS OF STUDENTS WHO PLAY SPORTS

I.S. Kal‘berdin, A.N. Inyushkin
Samara University, Samara, Russia

Annotation. This article is devoted to the study of seasonal dynamics of the autonomic characteristics of students, the interest in which is often of applied significance. The goal is to reveal the seasonal rhythm of some autonomic characteristics of students who play sports. The observation was carried out on students of the Samara University. Basic and calculated indices describing the state of the cardiovascular system, as well as adaptive potential and some metabolic processes, were collected and processed. Considering the results of a two-year observation of a group of athletes as a basis, the authors have obtained results that demonstrated the seasonal rhythmic dependence of autonomic characteristics.
Keywords: blood pressure, Rufier test, Kerdo index, adaptive potential, basal metabolism.

Введение. Актуальным является изучение фактов, направленных на исследование влияния сезонных ритмов на здоровье и производительность труда у современного мобильного человека, который может преодолевать за считанные часы тысячи километров, попадая из одного времени года в другой. Результаты исследований по сезонным ритмам имеют не только теоретическое, но и прикладное значение. Несомненно, мы замечаем на себе сезонные колебания жизненных проявлений, отражающиеся на физической и умственной работоспособности. Как правило, при подготовке и проведении соревнований в большом спорте высококвалифицированный контингент готовят к значительным соревновательным нагрузкам на учебно-тренировочных сборах, где специалисты изучают динамику спортивного результата атлетов в различных климатически-географических условиях, часовых поясах. Их цель – снижение воздействия на организм спортсмена климатического, временного стресса [1-3].

Объектом нашего исследования стали занимающиеся спортом студенты Самарского университета, которые также сталкиваются с похожими ситуациями, связанными с необходимостью адаптации к

новым климатическим и временным условиям.

Методы и организация исследования. Двухгодичный мониторинг состояния некоторых систем организма тренирующихся студентов позволил собрать экспериментальный материал и лег в основу данной статьи. Выборка составила 44 человека: студенты мужского пола Самарского университета в возрасте от 18 до 22 лет. Контрольными были результаты, полученные в первый год тестирования (2020-2021 гг.), экспериментальными – результаты повторных тестирований (2021-2022 гг.)

Регистрировались базовые показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы (ССС): артериальное давление (АД), систолическое давление (САД), диастолическое давление (ДАД) в мм рт. ст. а также интегральные (расчетные) показатели:

1) Оценка восстановительных свойств сердечно-сосудистой системы (ССС) методом функциональной пробы Руфье. Этот индекс рассчитывали по формуле:

$$\text{ПР} = \frac{4 \times (P1 + P2 + P3) - 200}{10}$$

где: Р1 – частота сердечных сокращений (ЧСС) в покое за 15 с; Р2 – ЧСС за 15 с после физической нагрузки (30 приседаний за 1 минуту); Р3 – ЧСС за последние 15 с первой минуты восстановления.

Оценка восстановительных свойств сердца: ПР<0 – показатель великолепной работы сердца; от 0 до 5,0 – сердце работает отлично; 5,1-10,0 – хорошо; 10,1-15,0 – удовлетворительно; >15 – неудовлетворительно.

2) Оценка вегетативного тонуса организма осуществлялась расчетом вегетативного индекса Кердо (ВИК) по формуле:

$$\text{ВИК} = \left(1 - \frac{\text{ДАД}}{\text{ЧСС}}\right) \times 100$$

где: ДАД – диастолическое давление, мм рт. ст., ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

Оценка: ВИК>0 – преобладает симпатическое влияние; ВИК<0 – парасимпатическое влияние.

3) Интегральный показатель адаптационного потенциала (АП) рассчитывали в соответствии с формулой Баевского:

$$\text{АП} = 0{,}011 \times \text{ЧСС} + 0{,}012 \times \text{САД} + 0{,}008 \times \text{ДАД} + 0{,}014 \times \text{В} - 0{,}009 \times m_{\text{тела}} - 0{,}009 \times H_{\text{тела}} - 0{,}27$$

где: АП – адаптационный потенциал, ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин, САД – систолическое давление в мм рт. ст., ДАД – диастолическое давление в мм рт. ст., $m_{\text{тела}}$ – масса тела в кг, $H_{\text{тела}}$ – длина тела в см, В – возраст в годах.

Результаты интерпретируются следующим образом: значения АП меньше 2 с высокой валидностью соответствуют удовлетворительному уровню адаптации; в диапазоне от 2,1 до 3,0 – напряжению адаптации; от 3,1 до 4,0 – неудовлетворительному уровню адаптации; от 4,1 и выше – срыву процесса адаптации [4].

4) расчеты основного обмена (ОО) веществ в ккал/сут или из таблицы Гаррисона-Бенедикта:

$$\text{ОО (мужчины)} = 66{,}47 + 13{,}75 \times m_{\text{тела}} + 5{,}02 \times H_{\text{тела}} - 6{,}76 \times \text{В}$$

5) и отклонения от ОО в % по формуле Рида:

$$\text{ПО} = 0{,}75 \times [(\text{ЧСС} + (\text{ПД} \times 0{,}74)] - 72,$$

где ПО – процентное отклонение ОО от нормы, ПД – пульсовое давление по формуле:

$$\text{ПД} = \text{САД} - \text{ДАД},$$

отклонения в пределах ±10% считаются нормой.

Результаты подвергались статистической обработке с помощью вариационно-статистического метода: среднеарифметические показатели пробы Руфье, ВИК, АП, ОО представлены как M±δ (стандартные ошибки средней величины). С помощью пакета программ SigmaPlot 12.5 оценивали распределение показателей с помощью критерия Шапиро-Уилка (Normality Test: Shapiro-Wilk) и ANOVA Post-hoc test (Bonferroni t-test); уровень значимости различий – с помощью парного t-теста Стьюдента (Paired t-test) в зимний (1), весенний (2) летний (3) сезоны в первый год обучения, и осенний (4) – во второй год

обучения. Критическими считали различия при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Регистрация показателей производилась в межсессионный период: в дневное время (10.00-14.00 часов) в указанные временные интервалы; зимний (январь-февраль); весенний (апрель-май), летние сезоны – после летней сессии (с середины июня и по июль), осенний (октябрь-ноябрь) [5].

Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Динамика сезонные фоновые (в состоянии покоя) физиологические показатели

Параметры \ Сезоны		Зимний		Весенний		Летний		Осенний	
		M	δ	M	δ	M	δ	M	δ
САД, мм рт. ст.	Контр.	132,89	8,25	129,72	8,84	127,06	9,60	123,79	5,92
	Экспер.	129,5	5,34	126,7	7,21	126,0	6,61	123,8	3,2
ДАД, мм рт. ст.	Контр.	80,56	7,01	76,30	4,41	72,10	7,59	75,26	4,96
	Экспер.	78,16	6,91	74,45	4,33	71,08	5,52	74,26	4,22
ПСД	Контр.	13,93	3,78	12,25	3,69	11,65	4,06	9,62	4,03
	Экспер.	12,22	3,88	11,06	3,23	10,85	3,86	8,52	3,83
ВИК, %	Контр.	8,65	11,05	7,95	10,77	9,86	10,51	-1,26	8,96
	Экспер.	7,22	9,05	6,99	8,98	7,54	9,71	-1,54	3,25
АП, баллы	Контр.	0,93	0,22	0,62	0,38	0,69	0,25	0,64	0,13
	Экспер.	1,47	0,30	0,55	0,19	0,50	0,17	0,44	1,00
ОО, ккал	Контр.	2825,1	178,2	2929,7	177,5	3025,1	174,3	2825,1	178,2
	Экспер.	2874,7	147,1	2947,8	159,9	3022,2	166,6	2848,1	167,6
% откл.	Контр.	24,1	11,9	20,1	10,5	18,4	9,7	11,7	6,8
	Экспер.	24,0	11,9	19,8	10,6	18,1	9,5	11,6	6,6

Примечание: САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление; ПСД – показатель сердечной деятельности; ВИК – вегетативный индекс Кердо; АП – адаптационный потенциал; ОО – основной обмен

Из таблицы видно, что средние показатели САД в контрольной группе показывали следующее: зимой – 132,9±8,3; весной – 129,7±8,8; летом – 127,0±9,6; осенью – 123,8±5,9; в экспериментальной – 129,5±5,3, 126,7±7,2, 126,0±6,6 и 123,8±3,2 соответственно. Средние показатели ДАД: зимой – 80,6±7,0 в контрольной группе и 80,4±6,2 в экспериментальной, весной – 76,3±4,4 (75,3±4,6); летом – 72,1±7,6 (71,8±7,5); осенью – 75,3±5,0 (75,2±5,1). Результаты графической статистической обработки представлены на рисунке 1.

Студенты, занимающиеся спортом, имели повышенные значения артериального давления в рамках возрастной нормы. Преобладала гипертензия по систолическому и диастолическому типу. Это связано, по всей вероятности, с тем, что они еще испытывали на себе последствия юношеской гипертонии. Во время первой сессии 2 курса почти все студенты имели показатели АД в рамках нормы.

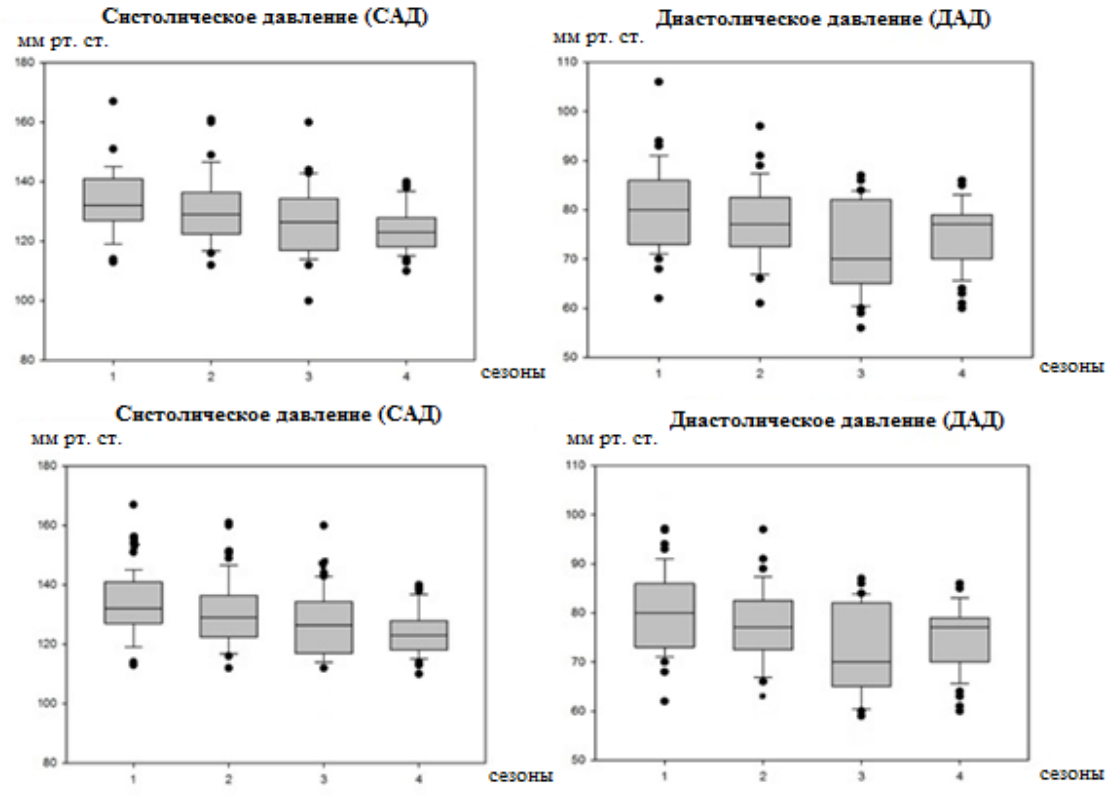


Рис. 1. Динамика артериального давления у студентов, M±δ
Примечание: измерения контрольной группы указаны сверху, экспериментальной – снизу

Индекс Кердо традиционно используется в качестве валидного показателя соотношения тонуса симпатической и парасимпатической нервной системы. Отрицательные значения индекса свидетельствуют о преобладании парасимпатического влияния на систему кровообращения, а положительные – симпатического [6]. Средние показатели вегетативного баланса составили: зимой – 8,7±11,0, весной – 8,0±10,7, летом – 9,9±10,5, осенью – -1,26±8,9. В зимне-весенний, весенне-осенний периоды ВИК сдвигался в сторону преобладания симпатической активности (увеличивался показатель ВИК), а летом и осенью – в сторону преобладания парасимпатической ($p<0,01$) (рис. 2).

На рисунке 2 видно определенное функциональное напряжение ССС по результатам пробы Руфье в контрольной группе, которое отразилось и на других показателях, в частности на адаптационных возможностях студентов. Интегративный критерий АП позволяет на системном подходе учитывать возрастные, морфофункциональные особенности студентов и отражает приспособительные возможности организма студентов к меняющимся условиям. Возвращаясь к таблице, можно отметить следующую динамику средних значений АП организма студентов по сезонам в контрольной группе: зимой – 0,93±0,22; весной – 0,62±0,38; летом – 0,69±0,25; осенью – 0,64±0,13. При повторном (экспериментальном) тестировании АП: 1,47±0,30, 0,55±0,19, 0,50±0,17 и 0,44±1,00 соответственно при $p<0,05$. Таким образом, на состояние организма студентов меньше оказывали влияние социальные факторы, а сезонные ритмы выражены четче.

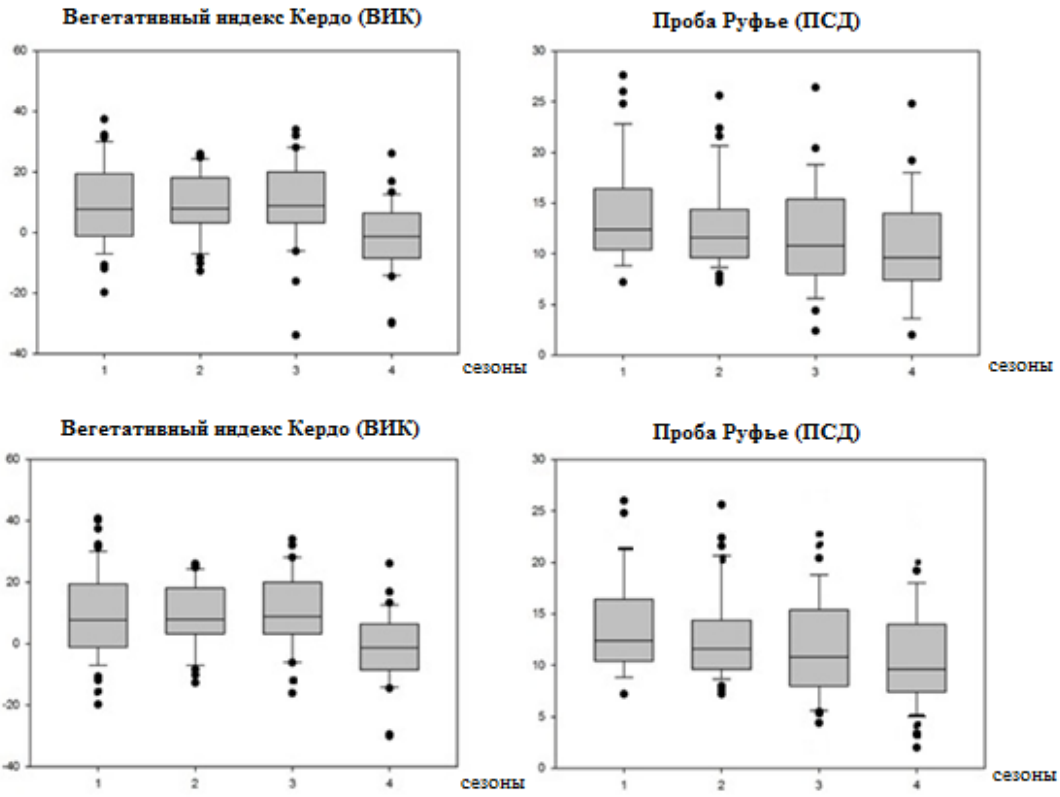


Рис. 2. Динамика вегетативного индекса Кердо и показателя сердечной деятельности у студентов в разные сезоны, M±δ

Примечание: измерения контрольной группы указаны сверху, экспериментальной – снизу

Следующим этапом нашего исследования было изучение биоритмологических особенностей обмена веществ [7]. По общепринятой методике с использованием двух таблиц Гаррисона-Бенедикта мы рассчитывали показатели основного обмена веществ студентов, а для расчёта реального обмена – энергозатраты в день тренировки и день отсутствия тренировок занимающихся спортом студентов. Обработке подвергались показатели реального обмена студентов в день тренировки (рис. 3).

Занимающиеся спортом студенты тратят много энергии на тренировки по сезонам. Как в контрольных, так и экспериментальных измерениях, в самые длинные дни весной и летом обмен веществ наиболее интенсивен: весной в контрольной группе значения реального энергетического обмена составили 2929,7±177,5 ккал, в экспериментальной – 2947,8±159,9 ккал; летом – 3025,1±174,3 ккал и 3022,2±166,6 ккал соответственно. Меньшие значения реального обмена отмечаются зимой в контрольной группе – 2825,1±178,2 ккал, в экспериментальной – 2874,2±147,1 ккал; осенью в контрольной группе – 2825,1±178,2 ккал, в экспериментальной – 2848,1±167,6 ккал. Ритмичность колебаний реального обмена веществ проявлялась существенно при $p<0,01$, за исключением осенне-зимнего периода в первый год эксперимента.

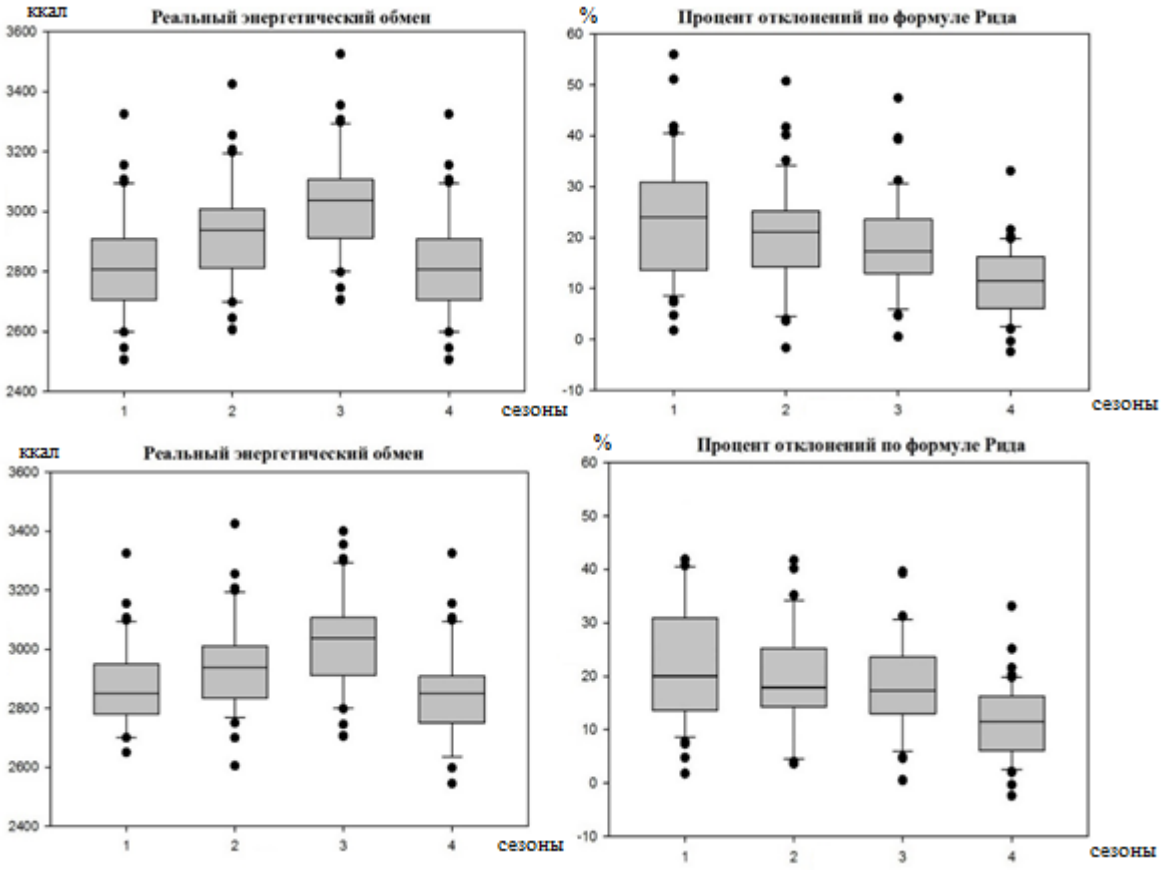


Рис. 3. Динамика основного обмена и процентного отклонения по формуле Рида у студентов в разные сезоны, M±δ
Примечание: измерения контрольной группы указаны сверху, экспериментальной – снизу

Тренировочная деятельность студентов, занимающихся спортом, требует значительных энергетических затрат в сравнении с обычными студентами. Как и ожидалось, расчёты отклонения от основного обмена по методу Рида имели значимость (повышение от нормы) и в первый, и во второй год наблюдения.

Заключение. Таким образом, проведённые исследования показывают, что сезонная ритмическая обусловленность вегетативных характеристик студентов-спортсменов проявляется значимо по всем интегральным показателям, характеризующим состояние сердечно-сосудистой системы (ПР, ВИК, АП) и обмена веществ, в меньшей степени сезонной динамике подвержены базовые показатели (ЧСС, АД, ОО).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ingemann-Hansen, T. Seasonal variation of maximal oxygen consumption rate in humans / T. Ingemann-Hansen, J. Halkjaer-Kristensen // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. – 1982. – № 49(2). – P. 151.
2. Sport-seasonal changes in body composition, strength and power of college wrestlers / Utter A., Stone M., O'Bryant H. [et al] // J Strength Cond Res. – 1998. – № 12(4). – pp. 266-271.
3. Koutedakis Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes / Y. Koutedakis // Sports Med. – 1995. – № 19(6). – pp. 373-392.
4. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
5. Кальбердин, И. С. Особенности сезонных биоритмов функций сердечно-сосудистой

системы у студентов-первокурсников / И. С. Кальбердин, А. Н. Инюшкин // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2023. – Т. 2. – № 1. DOI: 10.51871/2782-6570_2023_02_01_1
6. Особенности вегетативного статуса у студентов с разными хронотипами в осенне-зимний и весенне-летний периоды года / С. Павленко, О. Ведясова, И. Крестов, И. Романов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_11
7. Seasonal variation in household, occupational, and leisure time physical activity: longitudinal analyses from the seasonal variation of blood cholesterol study / Matthews C. E., Freedson P. S., Hebert J. R. [et al] // Am J Epidemiol. – 2001. – № 153(2). – pp. 72-83.

REFERENCES

1. Ingemann-Hansen T, Halkjaer-Kristensen J. Seasonal variation of maximal oxygen consumption rate in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1982, no. 49(2), p. 151.
2. Utter A., Stone M., O'Bryant H., Summinski R., Ward B. Sport-seasonal changes in body composition, strength and power of college wrestlers. *J Strength Cond Res*, 1998, no. 12(4), pp. 266-271.
3. Koutedakis Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. *Sports Med*, 1995, no. 19(6), pp. 373-392.
4. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Evaluation of the adaptive capacity of the body and the risk of developing diseases. Moscow: Meditsina, 1997. 236 p. (in Russ.)
5. Kal'berdin I.S., Inyushkin A.N. Features of seasonal biorhythms associated with the cardiovascular system function in first-year students. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2023, vol. 2, no. 1. DOI: 10.51871/2782-6570_2023_02_01_1.
6. Pavlenko S.I., Vedyasova O.A., Kretova I.G., Romanova I.D. Features of the autonomic status in students with different chronotypes in the autumn-winter and the spring-summer periods of the year. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_11. (in Russ.)
7. Matthews C.E., Freedson P.S., Hebert J.R., Stanek 3rd E.J., Merriam P.A., Rosal M.C., Ebbeling C.B., Ockene I.S. Seasonal variation in household, occupational, and leisure time physical activity: longitudinal analyses from the seasonal variation of blood cholesterol study. *Am J Epidemiol*, 2001, no. 153(2), pp. 72-83.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Игорь Сергеевич Кальбердин – аспирант, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, e-mail: kalberdinis@gmail.com.
Алексей Николаевич Инюшкин – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, e-mail: ainyushkin@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Igor' Sergeevich Kal'berdin – Post-Graduate Student, Samara University, Samara, e-mail: kalberdinis@gmail.com
Aleksej Nikolaevich Inyushkin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Human and Animal Physiology, Samara University, Samara, e-mail: ainyushkin@mail.ru.

Для цитирования: Кальбердин, И. С. Сезонная динамика вегетативных характеристик студентов, занимающихся спортом / И. С. Кальбердин, А. Н. Инюшкин // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11

For citation: Kal'berdin I.S., Inyushkin A.N. Seasonal dynamics of the autonomic characteristics of students who play sports. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11