

УДК 612.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2022.48.4.7

Евгений Евгеньевич Степура

Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия
chimik89@mail.ru

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ СТАТУСОМ

Аннотация. Функциональное состояние организма представляет собой комплекс свойств, который определяет уровень его жизнедеятельность и физиологическую активность. На состояние работы сердца влияют различные стрессовые напряжения, которые приводят к снижению функционального состояния, а в дальнейшем к снижению адаптационных возможностей организма. Функциональное состояние организма и адаптационных резервов можно оценить с помощью электрокардиограммы. Данный метод является доступным, поскольку эволюция приборов идет в сторону обширных использований для диагностики состояния организма и оценки функциональных резервов.

Ключевые слова: электрокардиограмма, сердечно-сосудистая система, электрокардиография, частота дыхательных движений, коэффициент физической активности

UDC 612.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2022.48.4.7

Evgeny Evgenievich Stepura

Moscow City University,
Moscow, Russia
chimik89@mail.ru

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL RESERVES OF STUDENTS WITH DIFFERENT VEGETATIVE STATUS

Abstract. The functional state of an organism is a complex of properties that determines the level of its vital activity and physiological activity. The state of the heart is affected by various stressful stresses, which lead to a decrease in the functional state, and they, in turn, reduce the adaptive capabilities of the body. To assess the functional state of the body and adaptive reserves can be determined using an electrocardiogram. This method is affordable, the evolution of devices goes

towards extensive use for diagnosing the state of the body and assessing functional reserves.

Keywords: electrocardiogram, cardiovascular system, electrocardiography, respiratory rate, physical activity coefficient

Введение

Функциональное состояние организма представляет собой комплекс свойств, который определяет уровень его жизнедеятельности и физиологическую активность. Среди всех систем организма человека и животных наибольший интерес представляет сердечно-сосудистая система и оценка ее функционального состояния [1–3, 5]. На физиологическое состояние и работу сердечно-сосудистой системы влияют многие как экзогенные, так и эндогенные факторы, которые отрицательно сказываются на здоровье. На состояние работы сердца влияют различные стрессовые напряжения, которые приводят к снижению функционального состояния, а в дальнейшем к снижению адаптационных возможностей организма [4–8, 10–12].

Существует огромное количество различных методов для оценки функционально-физиологического состояния организма человека и животных, но для диагностики и проведения исследований необходимы быстрые и доступные скрининг-методы. Одним из множества методов является снятие электрокардиограммы и математическая обработка variability сердечного ритма. Данный метод является доступным, поскольку эволюция приборов идет в сторону обширных использований для диагностики состояния организма и оценки функциональных резервов [9–13].

К функциональным резервам организма предъявляет повышенные требования не только тренировочная деятельность, но и учебная нагрузка [14–17, 26–30].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) — это физиологическое явление, заключающееся в непрерывном изменении длительности кардиоциклов. Анализ ВСР основан на измерении временных интервалов между соседними RR-зубцами ЭКГ. Математическая обработка ЭКГ позволяет получить ряд временных, спектральных и геометрических показателей, благодаря которым осуществляется объективная оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС), в том числе ее симпатического (СО) и парасимпатического (ПО) отделов. Данный метод позволяет исследовать и оценивать механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы, а также напряжение регуляторных систем [18–31].

Цель данной работы — изучить функциональное состояние кардиореспираторной системы у студентов с разным вегетативным статусом.

Задачи нашей работы заключаются в следующем:

- 1) установить ИН, а на его основе — вегетативный статус студентов с помощью математической обработки ЭКГ;

2) оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у студентов с помощью показателей на основе вариабельности сердечного ритма;

3) провести физиологический анализ полученных показателей с вегетативным статусом студентов.

Материалы и методы исследования

У студентов 1–2-х курсов проводили регистрацию пульса с помощью электронного тонометра в состоянии покоя (положение сидя) и после 10 приседаний снимали электрокардиограмму. На момент обследования все студенты были здоровы.

Обследование частоты дыхательных движений (ЧДД) производилось в положении сидя, чтобы была видна часть грудной клетки. Велось наблюдение за экскурсией грудной клетки и делался подсчет дыхательных движений в течение 1 минуты.

Студентам был предложен тест для определения коэффициента физической активности (КФА).

Результаты исследования были проанализированы с использованием методов вариационной статистики и *t*-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

По методике, предложенной О. Ю. Ширяевым и Е. И. Ивлевой, вся исследуемая группа была разделена на 4 мини-группы в зависимости от индекса напряжения регуляторных систем организма: ваготонического, нормотонического, симпатикотонического, гиперсимпатикотонического. Так как все обследуемые студенты были здоровы, запредельный сверхсимпатикотонический тонус характеризуется повышением показателей преобладания симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) в диапазоне более чем 600 у. е. Полученные соотношения студентов по сходному вегетативному тону и частоте сердечных сокращений, рассчитанного на основе индекса напряжения, представлены в таблице 1.

Первую группу составили студенты (10 человек) с индексом напряжения (ИН) до 30 у. е. с вегетативным статусом «ваготония», они характеризовались преобладанием парасимпатической ВНС, ЧСС варьировался в диапазоне $65 \pm 0,13$ уд/мин ($p < 0,001$), нарушения ритма отсутствовали, что соответствует умеренной нормокардии.

Вторую группу составили 22 студента с ИН от 31 до 120 у. е. с исходным вегетативным статусом «нормотония», они характеризовались равновесным состоянием ВНС между парасимпатическим и симпатическим отделами,

Таблица 1

Частота сердечных сокращений у студентов с разным вегетативным статусом

ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Количество студентов	ЧСС, уд/мин	Вид изменения ритма / отсутствие нарушения ритма
≤ 30	Ваготония	10	65 ± 0,13	Умеренная нормокардия
31–120	Нормотония	22	70 ± 0,21	Нормокардия
121–300	Симпатикотония	63	73 ± 0,16	Нормокардия
≥ 301	Гиперсимпатикотония	5	80 ± 0,27	Тахикардия

Примечание: достоверность различий ИН и ЧСС оценивалась между группами с применением *t*-критерия Стьюдента.

что свидетельствовало о тоне парасимпатического отдела нервной системы, ЧСС находилась в диапазоне $70 \pm 0,21$ уд/мин ($p < 0,001$), что соответствует нормокардии.

В третью группу вошли 63 студента, которые характеризовались преобладанием симпатической ВНС с ИН — 121 до 300 у. е. с исходным вегетативным тонусом «симпатикотония», ЧСС у них также отличалась от предыдущих групп — $73 \pm 0,16$ уд/мин ($p < 0,001$), что соответствует нормокардии.

Четвертая группа (5 студентов) характеризовалась значительным повышением показателей деятельности симпатической ВНС с ИН более 301 у. е. с исходным вегетативным тонусом «гиперсимпатикотония», диапазон ЧСС составил $80 \pm 0,27$ уд/мин ($p < 0,001$), вид аритмии — тахикардия.

После проведенного исследования и анализа частоты сердечных сокращений студентам была предложена физическая нагрузка в виде 10 приседаний и отмечена частота их сердечных сокращений. Мы рассчитали показатель натренированности сердца (*T*) у нетренированных студентов с разным вегетативным статусом.

Полученные значения натренированности сердца у студентов с разным вегетативным статусом представлены в таблице 2.

Таблица 2

Натренированность сердечной мышечной ткани у нетренированных студентов с разным вегетативным статусом

№	ИН, у. е.	Исходный вегетативный тонус по индексу напряжения	Натренированность сердечной мышечной ткани (<i>T</i>), %
1	≤ 30	Ваготония	21,5
2	31–120	Нормотония	27,1
3	121–300	Симпатикотония	34,2
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония	48,75

Показатель (*T*) натренированности сердца у **нетренированных** студентов с разным вегетативным статусом показал следующую физиологическую картину.

У студентов с исходным вегетативным статусом «ваготония» показатель натренированности сердца (T) составил 21,5 % — тренированность сердца характеризуется нормальными адаптационными возможностями и высоким функциональным резервом организма.

У студентов с исходным вегетативным статусом «нормотония» показатель натренированности сердца (T) составил 27,1 % — тренированность сердца характеризуется нормальными адаптационными возможностями и высоким функциональным резервом организма.

У студентов с исходным вегетативным статусом «симпатикотония» показатель натренированности сердца (T) составил 34,2 % — недостаточная тренированность сердца, что характеризуется сдвигами адаптационных возможностей и снижением функциональных резервов организма.

Для четвертой группы студентов с исходным вегетативным статусом «гиперсимпатикотония» показатель натренированности сердца (T) составил 48,75 % — низкая тренированность сердца, характеризуется снижением адаптационных возможностей и функциональных резервов организма, что может привести к срыву адаптации.

Показатель натренированности сердца при активации вегетативной нервной системы, то есть смещение вегетативного статуса в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы повышается. У студентов такое физиологическое состояние говорит о слабой выраженности хронотропного и инотропного эффектов.

У студентов с разным исходным вегетативным статусом были получены значения частоты дыхательных движений, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3

Частота дыхательных движений (ЧДД) и коэффициент физической активности (КФА) студентов с разным вегетативным статусом

ИН, у. е.	ИВТ по ИН	ЧДД, уд/мин	КФА, баллы
До 30	Ваготония	12,7 ± 0,01	1,41 ± 0,01
31–120	Нормотония	14,9 ± 0,01	1,73 ± 0,01
121–300	Симпатикотония	16,7 ± 0,01	1,79 ± 0,01
Более 301	Гиперсимпатикотония	18,3 ± 0,01	1,82 ± 0,01

Примечание: достоверность различий ЧСС и ЧДД оценивалась между группами с применением t -критерия Стьюдента.

У студентов с исходным вегетативным статусом «ваготония» ЧДД составила 12,7 ± 0,01 уд/мин. У студентов данной группы преобладает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы, а коэффициент физической активности (КФА) у них составил 1,41 ± 0,01 баллов. Значения этого показателя соответствуют адекватному функционированию сердечно-сосудистой системы и нормальной адаптации к физическим нагрузкам.

Для второй группы с исходным вегетативным тонусом «нормотония», ЧДД составила $14,9 \pm 0,01$ уд/мин. Данная группа студентов характеризовалась равновесным состоянием между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, а КФА у них составил $1,73 \pm 0,01$ баллов. Значения этого показателя соответствуют адекватному функционированию сердечно-сосудистой системы и нормальной адаптации к физическим нагрузкам.

Для третьей группы с исходным вегетативным статусом «симпатикотония» ЧДД составила $16,7 \pm 0,01$ уд/мин. Данная группа студентов характеризовалась преобладанием симпатического отдела вегетативной нервной системы, а КФА у них составил $1,79 \pm 0,01$ баллов. Значения этого показателя соответствуют сдвигам в функционировании сердечно-сосудистой системы и в адаптации к физическим нагрузкам.

Для четвертой группы с исходным вегетативным статусом «гиперсимпатикотония» ЧДД составила $18,3 \pm 0,01$ уд/мин. Данная группа студентов характеризовалась преобладанием запредельного состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы, а КФА у них составил $1,82 \pm 0,01$ баллов. Значения этого показателя соответствуют срыву функционирования сердечно-сосудистой системы и адаптации к физическим нагрузкам.

Выявлено, что среди всего изученного массива студентов (при дифференцировании исходного вегетативного тонуса, рассчитанного по индексу напряжения) нормотоники характеризовались оптимальным соотношением между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы. При этом значение коэффициента физической активности у обследованных данной группы определялся на уровне значений $1,73 \pm 0,1$ баллов.

Таким образом, для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов необходимо формировать уровень двигательной активности, количественно соответствующий коэффициенту физической активности не ниже 1,75 баллов.

Выводы

Как уже говорилось выше, в результате исследований испытуемые студенты были разделены на четыре подгруппы: в первую подгруппу с исходным вегетативным тонусом «ваготония» вошли 10 человек, во вторую с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «нормотония» — 22 студента, в третью подгруппу с исходным вегетативным тонусом «симпатикотония» — 63 студента, а в четвертую с исходным вегетативным тонусом «гиперсимпатикотония» — 5 человек.

В ходе регистрации и математического анализа variability сердечного ритма у студентов с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории CONAN-4.5 мы пришли к следующим выводам:

1. Для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов необходимо формировать для них уровень двигательной активности, количественно соответствующий коэффициенту физической активности не ниже 1,75.

2. При повышении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы значение показателя частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений повышается соответственно. Следовательно, это связано с повышением активности симпатического отдела вегетативной системы.

3. Показатель натренированности сердца при активации вегетативной нервной системы, то есть смещение вегетативного статуса в сторону симпатического отдела ВНС, варьирует от 21,5 до 48,75 %, что свидетельствует о слабой выраженности хронотропного и инотропного эффектов.

Список источников

1. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 2. С. 70–82.

2. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. 2004. № 1. С. 54–64.

3. Бекезин В. В. Дисперсионное картирование электрокардиограммы в выявлении группы высокого риска по развитию артериальной гипертензии у подростков с ожирением / В. В. Бекезин, А. А. Муравьев, Л. В. Козлова [и др.] // Смоленский государственный медицинский университет. 2009. № 4. С. 59–68.

4. Березный Е. А., Рубин А. М., Утехина Г. А. Практическая кардиоритмография. СПб.: Нео, 2005. 143 с.

5. Бокерия Л. А., Голухова Е. З., Иваницкий А. В. Функциональная диагностика в кардиологии. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2005.

6. Василенко В. С., Левин М. Я., Антонова И. Н. Факторы риска и заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов. СПб.: СпецЛит, 2016. 206 с.

7. Виноградов А. В., Климов А. Н., Клиорин А. И. Превентивная кардиология: руководство. М.: Медицина, 1987. 512 с.

8. Власова О. В., Попова Г. А., Циркин В. И. Изменение вариабельности сердечного ритма и артериального давления у студентов при курении // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2008. Т. 6. № 1. С. 38–44.

9. Голухова Е. З. Неинвазивная аритмология. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002. 200 с.

10. Грибанов А. В., Волокитина Т. В., Леус Э. В. Вариабельность сердечного ритма: анализ и интерпретация: методические рекомендации. Архангельск: Поморский госуниверситет им. М. В. Ломоносова, 2001. 16 с.

11. Добрин А. В., Шахсуваров А. В. Особенности вариабельности сердечного ритма у педагогов с различным уровнем эмоционального интеллекта // Вестник современных исследований. 2018. № 11.5 (26). С. 268–270.

12. Жемайтите Д. И. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных // Анализ сердечного ритма. Вильнюс, 1982. С. 22–32.
13. Жемайтите Д. И. Связь реакции сердечного ритма на пробу активного ортостаза с характеристиками центральной гемодинамики // Физиология человека. 1989. Т. 15. № 2. С. 30–47.
14. Калабин О. В., Гришин В. П. Применение экспресс-метода вариабельности ритма сердца для предупреждения развития патологий сердечно-сосудистой системы юных футболистов // Российский кардиологический журнал. 2022. Т. 27. № S7. С. 51.
15. Карпман В. Л., Любина Б. Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1982. 135 с.
16. Малкиман Г. Ш., Волкова Э. Г., Левашов С. Ю. Взаимосвязь электрического ремоделирования миокарда с факторами риска и прогнозом у мужчин с острым коронарным синдромом // Проблемы здравоохранения. Вестник ЮУрГУ. 2007. № 2. С. 58–60.
17. Марков А. Л., Солонин Ю. Г. Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков с разной исходной частотой сердечных сокращений // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2021. № 2 (62). С. 15–23.
18. Мельник О. В., Михеев А. А. Интегральный подход к оценке параметров ST-сегмента электрокардиосигнала // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. № 5. С. 8–11.
19. Михайлова А. В. Перенапряжение спортивного сердца // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2009. № 12 (72). С. 26–32.
20. Налобина А. Н., Иващенко О. Н. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юных спортсменов, имеющих признаки дисплазии соединительной ткани к тренировочным нагрузкам // Сборник материалов тезисов XIV Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «Спортмед – 2019» (Москва, 5–6 декабря 2019 г.). М.: Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, 2019. С. 116–117.
21. Рясик Ю. В., Циркин В. И. Параметры вариабельности сердечного ритма в зависимости от вида функциональной асимметрии полушарий у младших школьников // Сибирский медицинский журнал. 2007. № 5. С. 49–52.
22. Смоленский А. В., Андриянова Е. Ю., Михайлова А. В. Состояния повышенного риска сердечно-сосудистой патологии в практике спортивной медицины. М.: ФиС, 2005. 150 с.
23. Смоленский А. В. Кардиальные тропонины и нарушение реполяризации у спортсменов / А. В. Смоленский, А. В. Михайлова, Б. А. Никулин [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2010. № 9 (81). С. 29–34.
24. Темников М. В., Апаринев Е. М., Мамедов В. К. Исследование показателей вариабельности сердечного ритма у водолазов // Известия Российской военно-медицинской академии. 2018. Т. 37. № 1. С. 294–297.
25. Федорова Е. Ю. Влияние онлайн-тренировок по фитнесу на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у старших школьников с избыточной массой тела в условиях дистанционного обучения / Е. Ю. Федорова, Г. С. Бобков, С. Н. Бобкова [и др.] // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 2 (55). С. 298–303. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.255
26. Черкашина Е. В., Петрова А. Ю., Саввинова Я. И. Модельные показатели вариабельности сердечного ритма бегунов на средние дистанции // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2019. № 11 (177). С. 440–444.

27. Ширяев О. Ю., Ивлева Е. И. Нарушение вегетативного гомеостаза при тревожно-депрессивных расстройствах и методы их коррекции // Прикладные информационные аспекты медицины. Воронеж, 1999. Т. 2. № 4. С. 45.
28. Jung T. P. Component analysis of single-trial event-related potentials // Hum. 2001. № 3. P. 168–185.
29. Markov L. N. Sports disease: [overtraining] // Teoriya i praktika fiz. kultury. 1988. № 7. P. 43–45.
30. Mitchell J. H. Task Force 8: classification of sports // J Am Coll Cardiol. 2005. № 45 (8). P. 1364–1367.

References

1. Baevsky R. M. Analysis of heart rate variability in space medicine // Human Physiology. 2002. Vol. 28. № 2. P. 70–82.
2. Baevsky R. M. Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice // Clinical informatics and telemedicine. 2004. № 1. P. 54–64.
3. Bekezin V. V. Dispersion mapping of the electrocardiogram in identifying a high-risk group for the development of arterial hypertension in adolescents with obesity / V. V. Bekezin, A. A. Muravyov, L. V. Kozlova [et al.] // Smolensk State Medical University. 2009. № 4. P. 59–68.
4. Berezny E. A., Rubin A. M., Utekhina G. A. Practical cardiorthmography. St. Petersburg: Neo, 2005. 143 p.
5. Bockeria L. A., Golukhova E. Z., Ivanitsky A. V. Functional diagnostics in cardiology. Moscow: NTSSSH im. A. N. Bakuleva RAMS, 2005.
6. Vasilenko V. S., Levin M. Ya., Antonova I. N. Risk factors and diseases of the cardiovascular system in athletes. St. Petersburg: SpecLit, 2016. 206 p.
7. Vinogradov A. V., Klimov A. N., Kliorin A. I. Preventive cardiology: a guide. Moscow: Medicine, 1987. 512 p.
8. Vlasova O. V., Popova G. A., Tsirkin V. I. Changes in heart rate variability and blood pressure in students when smoking // Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: Biology, Clinical Medicine. 2008. Vol. 6. № 1. P. 38–44.
9. Golukhova E. Z. Non-invasive arrhythmology. Moscow: NTSSSH im. A. N. Bakuleva RAMS, 2002. 200 p.
10. Griбанov A. V., Volokitina T. V., Leus E. V. Heart rate variability: analysis and interpretation. Guidelines. Arkhangelsk: Pomor State University named after M. V. Lomonosov, 2001. 16 p.
11. Dobrin A. V., Shakhshvarov A. V. Features of heart rate variability in teachers with different levels of emotional intelligence // Bulletin of Modern Research. 2018. № 11.5 (26). P. 268–270.
12. Zhemaityte D. I. Vegetative regulation of sinus heart rhythm in healthy and sick people // Heart rhythm analysis. Vilnius, 1982. P. 22–32.
13. Zhemaityte D. I. Communication of the response of the heart rate to the test of active orthostasis with the characters of central hemodynamics // Human Physiology. 1989. Vol. 15. № 2. P. 30–47.
14. Kalabin O. V., Grishin V. P. Application of the express method of heart rate variability to prevent the development of pathologies of the cardiovascular system of young football players // Russian Journal of Cardiology. 2022. Vol. 27. № S7. P. 51.

15. Karpman V. L., Lyubina B. G. Dynamics of blood circulation in athletes. Moscow: Fizkultura i sport, 1982. 135 p.
16. Malkiman G. Sh., Volkova E. G., Levashov S. Yu. The relationship of electrical myocardial remodeling with risk factors and prognosis in men with acute coronary syndrome // Bulletin of SUSU. № 2. 2007. P. 58–60.
17. Markov A. L., Solonin Yu. G. Heart rate variability in cross-country skiers with different initial heart rate // Bulletin of the Tver State University. Series: Biology and ecology. 2021. № 2 (62). P. 15–23.
18. Melnik O. V., Mikheev A. A. Integral approach to assessing the parameters of the ST-segment of the electrocardiosignal // Biomedical Technologies and Radioelectronics. 2003. № 5. P. 8–11.
19. Mikhailova A. V. Sports heart overstrain // Therapeutic physical culture and sports medicine. 2009. № 12 (72). P. 26–32.
20. Nalobina A. N., Ivashchenko O. N. Features of the adaptation of the cardiovascular system of young athletes with signs of connective tissue dysplasia to training loads // Collection of abstracts of the XIV international scientific conference on the state and prospects for the development of medicine in elite sports “Sportmed – 2019” (Moscow, 2019, December 5–6). Moscow: Russian Association for Sports Medicine and Rehabilitation of the Sick and Disabled, 2019. P. 116–117.
21. Ryasik Yu. V., Tsirkin V. I. Parameters of heart rate variability depending on the type of functional asymmetry of the hemispheres in younger schoolchildren // Siberian Medical Journal. 2007. № 5. P. 49–52.
22. Smolensky A. V., Andriyanova E. Yu., Mikhailova A. V. States of increased risk of cardiovascular pathology in the practice of sports medicine. Moscow: FiS, 2005. 150 p.
23. Smolensky A. V. Cardiac troponins and impaired repolarization in athletes / A. V. Smolensky, A. V. Mikhailova, B. A. Nikulin [et al.] // Physiotherapy and sports medicine. 2010. № 9 (81). P. 29–34.
24. Temnikov M. V., Aparinov E. M., Mamedov V. K. Study of indicators of heart rate variability in divers // Izvestiya of the Russian Military Medical Academy. 2018. Vol. 37. № 1. P. 294–297.
25. Fedorova E. Yu. The influence of online fitness training on the functional state of the cardiovascular system in older schoolchildren with overweight in distance learning / E. Yu. Fedorova, G. S. Bobkov, S. N. Bobkova [et al.] // Business Education. Right. 2021. № 2 (55). P. 298–303. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.255
26. Cherkashina E. V., Petrova A. Yu., Savvinova Ya. I. Model indicators of heart rate variability in middle-distance runners // Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgaft. 2019. № 11 (177). P. 440–444.
27. Shiryaev O. Yu., Ivleva E. I. Violation of autonomic homeostasis in anxiety-depressive disorders and methods of their correction // Applied Information Aspects of Medicine. Voronezh, 1999. Vol. 2. № 4. P. 45.
28. Jung T. P. Component analysis of single-lead event-related potentials // Hum. 2001. № 3. P. 168–185.
29. Markov L. N. Sports disease: [overtraining] // Teoriya i praktika fiz. kultury. 1988. № 7. P. 43–45.
30. Mitchell J. H. Task Force 8: classification of sports // J Am Coll Cardiol. 2005. № 45 (8). P. 1364–1367.