

УДК 796.01:61+612.176

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ДНЯ



Ильютик А.В. (фото),  
Зубовский Д.К., канд. мед. наук,  
Асташова А.Ю.,  
Семенова А.А.  
(Белорусский государственный университет физической культуры)

*В статье изложены результаты исследования variability сердечного ритма студентов-юношей I курса БГУФК, не являвшихся высококвалифицированными спортсменами. Исследованные показатели свидетельствуют о том, что в течение учебного дня адаптационные резервы организма студентов снижаются. Полученные результаты могут быть использованы для профилактики и коррекции нарушений адаптации студентов к напряженным учебным и физическим нагрузкам и сохранения высокого уровня здоровья учащейся молодежи.*

**Ключевые слова:** адаптация, variability сердечного ритма, вегетативная нервная система, ортостатическая проба.

### DYNAMICS OF INDICES OF THE HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS IN THE COURSE OF A DAILY EDUCATIONAL PROCESS

*Research results of the heart rate variability of male students of the 1st course of the Belarusian State University of Physical Culture (BGUFK) who are not highly skilled athletes are presented in the article. The studied indices demonstrate that adaptation reserves of an organism decrease in the course of a daily educational process. The received results can be used for prevention and correction of adaptation disorders of students to intense academic and training loads and for health preservation of the studying youth.*

**Keywords:** adaptation, heart rate variability, vegetative nervous system, orthostatic test.

#### Введение

Интенсификация современного образовательного процесса может отрицательно сказываться на показателях здоровья студентов, способности к уче-

бе и, как следствие, приводить к снижению качества подготовки специалистов и уровня их конкурентоспособности на рынке труда.

Известно, что резервы функциональных систем, мобилизуемых в экстремальных ситуациях, формируются на физиологической основе [1]. Сердечно-сосудистая система (ССС) является индикатором адаптационно-приспособительных реакций организма к воздействию факторов внешней среды, в том числе и физических нагрузок [2], при этом основное регулирующее влияние на работу СССР оказывает вегетативная нервная система (ВНС). Регистрация и анализ меняющейся длительности интервалов последовательных сердечных сокращений, т. е. variability сердечного ритма (BCP), указывая на соотношение активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, является методом оценки состояния физиологических функций организма и его адаптации к внешней среде. Это дает возможность характеризовать изменения функционального состояния организма при отсутствии сдвигов основных физиологических показателей [3].

Регулирование функций СССР со стороны ВНС носит многоконтурный и многоуровневый характер [3, 4, 5, 6]. При оптимальной регулирующей функции ВНС управление происходит с участием низшего (автономного) контура регуляции (синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу) [3]. При предъявлении высоких требований к организму (интенсивная физическая и/или

психоэмоциональная нагрузка) баланс нарушается в сторону преобладания симпатической нервной регуляции [3]. Происходит активация высших, центральных уровней управления (подкорковые центры, кора головного мозга) [4]. В связи с этим одной из важнейших характеристик индивидуальной адаптации человека к различным условиям среды являются показатели ВСП, анализ которых дает возможность оценить резервы организма, так как отклонения, возникающие в регуляторных системах, предшествуют функциональным нарушениям органов и систем [3, 7, 8]. Биоритмологический анализ ВСП у учащихся необходим для выяснения закономерностей адаптации молодого организма к факторам насыщенной социально-информационной среды, а также для профилактики и сохранения высокого уровня здоровья. Данный вопрос является актуальным, так как проведенные исследования содержат убедительные доказательства ухудшения здоровья учащейся молодежи в период обучения в учреждениях высшего образования [9, 10].

**Цель исследования** – изучить изменения показателей вариабельности сердечного ритма у студентов в течение учебного дня.

#### Организация и методы исследования

Исследование проводилось на базе межкафедральной учебно-научно-исследовательской лаборатории учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры» (БГУФК). В тестировании приняли участие 19 студентов (юноши, средний возраст  $17,3 \pm 0,7$  года, не являющиеся высококвалифицированными спортсменами) I курса спортивно-педагогических факультетов «Массовых видов спорта» и «Спортивных игр и единоборств». Регистрация показателей ВСП производилась методом кардиоинтервалографии (КИГ) по Р.М. Баевскому с использованием компьютерного комплекса «Нейрон-Спектр» (Нейрософт, Россия). У каждого испытуемого показатели регистрировали 2 раза в течение учебного дня: утром до занятий – с 8:00 до 8:30, а также после учебных занятий: 15:30 до 16:30.

При анализе ВСП в покое и при проведении активной ортостатической пробы изучались пространственно-спектральные компоненты ВСП: TP ( $\text{мс}^2$ ) – общая мощность спектра ВСП; VLF ( $\text{мс}^2$ ) – мощность спектра очень низких частот; LF ( $\text{мс}^2$ ) – мощность низкочастотного домена спектра ВСП; HF ( $\text{мс}^2$ ) – мощность высокочастотного домена спектра ВСП; LF/HF – индекс симпатико-парасимпатического баланса. HF, LF и VLF (%) – процентный вклад каждой колебательной составляющей в общую мощность спектра. Изучались показатели вариационной пульсометрии: Мо (наиболее часто встречающееся значение кардиоинтервала), АМо (амплитуда

моды – процент кардиоинтервалов RR, соответствующий значению моды), ВР (вариационный размах – разность между длительностью наибольшего и наименьшего RR-интервала). Оценивались расчетные индексы (у.е.): ИВР (индекс вегетативного равновесия:  $\text{ИВР} = \text{АМо}/\text{ВР}$ ), ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции:  $\text{ПАПР} = \text{АМо}/\text{Мо}$ ), ВПР (вегетативный показатель ритма  $\text{ВПР} = 1/\text{Мо} \times \text{ВР}$ ). Состояние вегетативного тонуса оценивалось по величине индекса напряжения (ИН, у.е.), вегетативная реактивность – по индексу напряжения Баевского (ИНБ, у.е.).

Статистический анализ данных производили с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 20». Использовались: критерии Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова; методы непараметрической статистики; Н-критерий Краскела – Уоллиса; W-критерии Уилкоксона. Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25 %; 75 %). Критическим значением уровня значимости считали 0,05.

#### Основные результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены среднегрупповые величины спектральных показателей ВСП у студентов до и после учебных занятий. Следует отметить, что в течение учебного дня студенты БГУФК посещают не только лекции и лабораторные занятия по теоретическим дисциплинам, но и практические занятия (плавание, легкая атлетика, гимнастика, спортивные игры) с интенсивной физической нагрузкой. Динамика показателей ВСП у студентов в течение дня отражает влияние физических и умственных нагрузок на процессы регуляции ССС и адаптационные возможности организма.

В целом у студентов анализ ВСП показал стабильный благоприятный вегетативный баланс в покое при преобладании парасимпатических (HF) влияний над симпатическими (LF) на фоне включения надсегментарных механизмов регуляции (VLF-волны) ритма сердца (таблица 1). В утренней серии исследований среднегрупповые показатели спектра ВСП в покое составили: HF – 38,5 %, LF – 29,5 % и VLF – 19,9 % (таблица 1). Данные результаты соответствуют оптимальному паттерну регуляции:  $\text{HF} > \text{LF} > \text{VLF}$  [3, 5]. Это, как и уровень соотношения LF/HF, свидетельствует об умеренной парасимпатической активности ВНС и, в общем, о рабочем состоянии регуляторных систем организма и экономизации функций ССС. В серии исследований после занятий среднегрупповые показатели спектра ВСП в покое составили: HF – 47,1 %, LF – 27,2 % и VLF – 20,4 %. Однако при сохраняющемся исходном со-

отношении составляющих спектра (HF>LF>VLF) отмечается значимое увеличение мощности высокочастотного домена HF с 38,5 % до 47,1 % (P<0,05, таблица 1), что является результатом адаптивной перестройки деятельности ВНС и центральных структур регуляции в ответ на учебные нагрузки.

Таблица 1. – Спектральные показатели ВСР у студентов до и после учебных занятий

Показатели	Время обследования		
	1-е обследование, до занятий (8:00–8:30)	2-е обследование, после занятий (15:30–16:30)	p
Фоновая запись			
TP, мс <sup>2</sup>	4278 (3166; 6243)	4220 (2469; 10498)	0,780
HF, мс <sup>2</sup>	1749 (909; 2953)	1832 (1111; 4108)	0,660
HF, (%)	<b>38,5 (28,0; 50,3)</b>	<b>47,1 (39,6; 54,1)</b>	<b>0,050</b>
LF, мс <sup>2</sup>	1400 (929; 1973)	1222 (766; 2143)	0,720
LF, (%)	29,5 (24,4; 39,6)	27,2 (23,0; 42,9)	0,830
VLF, мс <sup>2</sup>	1182 (564; 1474)	972 (400; 1401)	0,780
VLF, (%)	19,9 (17,2; 35,2)	20,4 (13,6; 29,4)	0,310
LF/HF	0,70 (0,51; 1,11)	0,64 (0,44; 1,09)	0,720
Ортостаз			
TP	<b>2414 (1051; 4228)</b>	<b>1141 (714; 1910)*</b>	<b>0,003</b>
HF, мс <sup>2</sup>	190 (71; 909)*	160 (88; 348)*	0,260
HF, (%)	12,0 (6,7; 20,3)*	14,0 (8,7; 19,0)*	0,230
LF, мс <sup>2</sup>	<b>1258 (718; 1895)</b>	<b>558 (276; 1082)*</b>	<b>0,008</b>
LF, (%)	50,8 (33,0; 68,5)*	51,8 (34,7; 66,0)*	0,920
VLF, мс <sup>2</sup>	<b>559 (245; 17615)*</b>	<b>278 (131; 668)*</b>	<b>0,004</b>
VLF, (%)	38,8 (13,6; 53,9)*	38,0 (15,0; 45,3)	0,490
LF/HF	5,36 (1,76; 9,63)*	3,97 (1,92; 5,38)*	0,260

Примечания:

1) P – достигнутый уровень значимости при сравнении групп студентов по U-критерию Манна – Уитни (жирным шрифтом выделены значимые различия),

2) \* – значимые различия в группах при сравнении с фоновой записью по W-критерию Уилкоксона (P<0,05).

Таким образом, среднегрупповые показатели спектра ВСР у студентов как до, так и после учебных занятий указывают на преобладание парасимпатического звена регуляции, т. е. оптимальное сочетание централизации и автономности управления ритмом сердца.

Однако анализ индивидуальных спектральных показателей ВСР выявил случаи напряжения регуляторных систем организма и резкого увеличения активности центральной регуляции над автономной. Для оценки этих изменений использовали методику определения преобладающего типа вегетативной регуляции сердечного ритма по уровням ИН, TP и VLF [5]. Согласно представлениям о двухконтурной модели управления сердечным ритмом [3, 4, 5, 6] выделяют четыре типа вегетативной регуляции: I тип – умеренное преобладание центральной регуляции (УПЦР), II тип – выраженное преобладание центральной регуляции (ВПЦР), III тип – умеренное преобладание автономной регу-

ляции (УПАР) и IV тип – выраженное преобладание автономной регуляции (ВПАР) [5].

УПАР отмечено у 13 студентов (68,4 %) как до занятий, так и после них. Именно УПАР является наиболее благоприятным типом вегетативной регуляции, позволяющим достигнуть оптимума без перенапряжения систем управления. При этом у 12 из обследованных студентов данный тип регуляции в течение учебного дня не изменялся.

ВПАР, указывающее на напряжение механизмов регуляции, наблюдалось у 3 студентов (15,8 %) до учебных занятий и у 4 человек (21,1 %) – после занятий. Примечательно, что у всех 3 студентов с ВПАР, выявленным в утренние часы, данный тип регуляции сохранялся и после учебных занятий.

УПЦР сердечного ритма утром отмечено у 3 человек (15,8 %). При повторном обследовании после учебных занятий у одного из них отмечен уже более благоприятный, III тип регуляции (УПАР), т. е. его вегетативный статус улучшился. Однако у остальных 2 студентов этой группы после занятий отмечено выраженное ухудшение ВСР и преобладание центральной регуляции (ВПЦР, II тип). Повышенная централизация механизмов ритма сердца обусловлена значительным напряжением регуляторных систем и является признаком снижения защитно-восстановительной активности парасимпатического звена регуляции [11]. Это подтверждается и тем, что у студентов с УПЦР и ВПЦР наибольшую долю в спектре ВСР составляли VLF-волны, указывающие на значительное усиление влияния надсегментарных механизмов на формирование ритма сердца и отражающие энергодефицитное состояние организма.

При проведении активной ортостатической пробы (АОП) в утреннем исследовании происходило снижение мощностей всех компонентов спектра ВСР по сравнению с фоновой записью (P<0,05 по W-критерию Уилкоксона, таблица 1): TP снизилась на 43,6 %, HF – на 89,0 %; VLF– на 52,7 %. В наименьшей степени было выражено уменьшение мощности LF-компонентов: на 10,1, что демонстрирует незначительный уровень снижения рефлекторной парасимпатической регуляции и позволяет оценить как удовлетворительную устойчивость CCC и организма к физиологическому стрессу в виде АОП [7, 12].

В условиях АОП до и после занятий наблюдается изменение паттерна регуляции от HF>LF>VLF к LF>VLF>HF. При утреннем обследовании отмечен адекватный рост вклада LF-составляющей с 29,5 % в покое до 50,8 % в ортостазе на фоне значительного прироста VLF-волн с 19,9 % до 38,8 %, соответственно. При проведении АОП после занятий наблюдалось более выраженное снижение мощностей всех компонентов спектра ВСР по сравнению с

утренним обследованием (таблица 1.). Абсолютное значение TP снизилось на 73,0 %; HF – на 91,3 %; VLF – на 71,4 %. Как и утром, уменьшение мощности LF-компонентов было выражено в наименьшей степени (на 54,3 %). Однако больший уровень снижения HF-волн ко второму обследованию указывал на возрастающее напряжение регуляторных механизмов в течение учебного дня и снижение адаптационных резервов организма.

В таблице 2 представлены временные показатели ВСР у студентов.

Таблица 2. – Временные показатели ВСР у студентов до и после учебных занятий

Показатели	Время обследования		
	1-е обследование, до занятий (8:00–8:30)	2-е обследование, после занятий (15:30–16:30)	P
Фоновая запись			
ИН, у.е.	<b>47,5 (31,4; 64,5)</b>	<b>54,1 (34,0; 80,8)</b>	<b>0,022</b>
Мо, с	0,93 (0,88; 1,01)	0,97 (0,86; 1,05)	0,810
АМо, %	31,1 (24,7; 34,4)	29,6 (26,1; 37,6)	0,110
ВР, с	0,34 (0,30; 0,43)	0,31 (0,26; 0,39)	0,091
ИВР, у.е.	84,7 (63,6; 109,1)	96,8 (76,5; 140,4)	0,222
ПАПР, у.е.	32,5 (23,7; 41,4)	33,4 (25,4; 41,5)	0,580
ВПР, у.е.	2,97 (2,45; 3,90)	3,47 (2,49; 3,92)	0,248
ЧСС, уд/мин	62 (60; 66)	64 (59; 70)	0,098
Ортостаз			
ИН, у.е.	<b>114,6 (65,6; 207,3)*</b>	<b>281,5 (150,9; 343,1)*</b>	<b>0,000</b>
ИНБ, у.е.	<b>2,97 (1,38; 4,92)</b>	<b>4,69 (3,26; 9,52)</b>	<b>0,008</b>
Мо, с	0,69 (0,62; 0,76)*	0,68 (0,63; 0,73)*	0,270
АМо, %	<b>43,9 (30,9; 53,1)</b>	<b>50,5 (44,9; 57,3)*</b>	<b>0,012</b>
ВР, с	<b>0,25 (0,16; 0,29)*</b>	<b>0,15 (0,12; 0,21)*</b>	<b>0,001</b>
ИВР, у.е.	<b>157,6 (104,7; 319,8)*</b>	<b>336,4 (209,5; 464,0)*</b>	<b>0,002</b>
ПАПР, у.е.	<b>61,2 (40,7; 81,8)*</b>	<b>74,1 (63,6; 87,8)*</b>	<b>0,014</b>
ВПР, у.е.	<b>5,50 (4,26; 9,33)*</b>	<b>10,21 (7,22; 12,28)*</b>	<b>0,001</b>
ЧСС, уд/мин	<b>79 (76; 87)</b>	<b>93 (84; 98)</b>	<b>0,000</b>
Разница ЧСС, уд/ мин	<b>19 (13; 25)</b>	<b>25 (21; 34)</b>	<b>0,000</b>

Примечания:

1) P – достигнутый уровень значимости при сравнении групп спортсменов по U-критерию Манна-Уитни (жирным шрифтом выделены значимые различия),

2) \* – значимые различия в группах при сравнении с фоновой записью по W-критерию Уилкоксона (P<0,05).

Индекс напряжения регуляторных систем (ИН) характеризует степень централизации в управлении ритмом сердца. Анализ ИН в покое показал в среднем его низкие уровни при первом и втором обследовании (таблица 2), что свидетельствует об оптимальном влиянии ВНС на сердечный ритм. При анализе динамики индивидуальных уровней ИН у студентов в течение учебного дня выделены четыре типа реакций [11]: значимое снижение ИН (на 20–50 %), значимое повышение ИН (на 20–50 %), незначительное изменение ИН (<20 %), резкое повышение ИН (более 50 %).

Первый тип реакций с высоким уровнем мобилизационной готовности к предстоящей работе и закономерным изменением регуляции деятельности сердца при утомлении является наиболее благоприятным [11], однако он был отмечен у только у 2 студентов. Второй тип реагирования, который встречался у 7 человек, является менее благоприятным, но свидетельствует о наличии функциональных резервов организма.

Третий тип динамики ИН в течение дня был отмечен у 6 студентов с исходно низким ИН (<60 у.е.). Данный тип реагирования является неблагоприятным, так как характеризуется отсутствием функциональных резервов. Четвертый тип реагирования, который наблюдался у 4 студентов, также является неблагоприятным и характеризует чрезмерное напряжение регуляторных механизмов [11]. Таким образом, для 10 студентов (52,6 %) с данными типами динамики ИН в течение учебного дня характерно снижение показателей адаптационных резервов организма.

При сравнении результатов АОП отмечен значимый рост ИН в обеих сериях исследований (таблица 2). При этом после занятий рост среднегруппового уровня ИН в ортостазе в 3,4 раза превышал таковой утром. Более того, при проведении АОП во второй половине дня ИН выше нормы (281,5 (150,9; 343,1) у.е.) был отмечен у всех испытуемых. Таким образом, на фоне стресса и утомления к регуляции ритмом сердца подключаются более высокоорганизованные структуры мозга – ствол и кора головного мозга [5], и решение поставленных задач к концу учебного дня достигается более высокой ценой и напряжением регуляторных механизмов на фоне истощения энергетике.

Это положение подтверждается динамикой АМо, ВР, ПАПР, ВПР. В покое значения данных показателей до и после занятий находились в пределах нормы. В ортостазе в серии исследований после занятий у студентов отмечены более высокие значения АМо, ВР, ПАПР, ВПР по сравнению с утренними исследованиями (P<0,05, таблица 2), то есть цена моделирования стресса при ортостазе значительно выше. Рост АМо указывает на снижение лабильности и увеличение ригидности систем регуляции организма, то есть, чем выше значение АМо, тем больше организм мобилизует сил [5]. Увеличение индексов ВР, ПАПР, ВПР указывает на то, что адаптация ССС к смене положения тела в пространстве у студентов в конце учебного дня происходит за счет более выраженной активации симпатического отдела ВНС по сравнению с началом дня. Чрезмерная активность симпатического отдела может существенно ускорить истощение физиологических резервов и снизить физическую работоспособ-

ность. Это особенно актуально для обследованных студентов, так как у многих из них после учебных занятий проходят спортивные тренировки.

Анализ показателя вариационного размаха (ВР) указывает на уменьшение его после занятий при проведении АОП (таблица 2). Это свидетельствует об уменьшении вариационного размаха кардиоинтервалов (время между ударами становится более одинаковым) и указывает на возросшую степень централизации в управлении сердечным ритмом и усиление влияния на него симпатического отдела ВНС после напряженного учебного дня.

Значения ЧСС в покое до и после занятий практически не отличались (таблица 2). В ортостазе отмечено увеличение ЧСС в течение учебного дня. Так, если до занятий показатель ЧСС при смене положения тела составил 79 (76; 87) уд/мин, то после занятий был значимо выше – 93 (84; 98) уд/мин ( $P < 0,05$ , таблица 2). Утром ЧСС при переходе в вертикальное положение тела увеличивалась в среднем на 19 (13; 25) уд/мин, после занятий – на 25 (21; 34) уд/мин ( $P < 0,05$ , таблица 2), что характерно для нетренированных субъектов, но также может являться признаком снижения функциональных резервов регуляции [2, 3, 5]. Усиление хронотропной функции сердца в течение учебного дня отражает изменения функционального состояния организма и указывает на возрастание физиологической стоимости поддержания оптимального вегетативного баланса.

Таким образом, анализ КИГ выявил, что после учебных занятий, по сравнению с утренним обследованием, у студентов были более высокими показатели: ИН (покой и ортостаз), АМо, ВР, ПАПР, ВПР, ЧСС (ортостаз), разница ЧСС (различия статистически значимы, таблица 2). Это свидетельствует о том, что напряжение механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности перед занятиями существенно ниже, чем после них, что указывает на снижение адаптационных резервов организма в течение учебного дня.

#### Выводы

1. Анализ ВСР в покое выявил в утренней серии исследований умеренную парасимпатическую активность ВНС и свидетельствовал об оптимальном состоянии регуляторных систем организма.

2. В серии исследований, проведенных после учебных занятий, в покое при сохраняющемся оптимальном соотношении составляющих спектра ВСР ( $HF > LF > VLF$ ) отмечена возрастающая активность парасимпатического отдела ВНС, что является результатом адекватной адаптивной перестройки деятельности ВНС в ответ на учебные нагрузки.

3. При проведении АОП паттерн регуляции изменяется как до, так и после занятий ( $LF > VLF > HF$ ). Однако после учебных занятий отмечено более вы-

раженное напряжение регуляторных механизмов, что свидетельствует о снижении функциональных резервов организма.

4. Изменение спектральных и временных показателей ВСР при проведении АОП указывает на возрастающее напряжение регуляторных механизмов в течение учебного дня, что подтверждается неблагоприятной динамикой ИН у 52,6 % студентов.

5. Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет определить группы учащихся, для которых выполнение повседневной учебной работы связано с накапливающимся утомлением. Данный подход может использоваться как элемент здоровьесберегающего образовательного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Давиденко, Д. Н. Система физиологических резервов спортсмена / Д. Н. Давиденко, А. С. Мозжухин, В. В. Телегин // Характеристика функциональных резервов спортсмена : сб. науч. тр. – Ленинград, 1982. – С. 50–55.
2. Кудря, О. Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О. Н. Кудря, Л. Е. Белова, Л. В. Капилевич // Вестн. Томск. гос. ун-та. – 2012. – № 3. – Вып. 56. – С. 162–166.
3. Баевский, Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов. – М. : Медицина, 2000. – 295 с.
4. Хаспекова, Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга : автореф. ... дис. д-ра мед. наук : 03.00.13 / Н. Б. Хаспекова. – Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. – М., 1996. – 49 с.
5. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н. И. Шлык. – Ижевск : Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. – 255 с.
6. Aubert, A. E. Heart rate variability in athletes / A. E. Aubert, B. Sepp, F. Beckers // Sports Medicine, 2003. – Vol. 33. – P. 889–919.
7. Жемайтите, Д. И. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных / под. ред. Д. И. Жемайтите, Л. С. Толькснис // Анализ сердечного ритма. – Вильнюс, 1982. – 130 с.
8. Баевский, Р. М. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева // Валеология : Диагностика, средства и практика обеспечения здоровья : сб. науч. тр. РАН ; Дальневосточ. отделение. – СПб., 1993. – Вып. 1. – С. 33–47.
9. Лаптева, Е. А. Морфофункциональные перестройки организма детей школьного возраста, их возможности при государственной итоговой аттестации : дис. ... канд. биол. наук : 03.03.01 / Е. А. Лаптева ; Московский пед. гос. ун-т. – М., 2016. – 24 с.
10. Севрюкова, Г. А. Физиологические аспекты адаптации студентов вуза к условиям профессионального обучения: дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13 / Г. А. Севрюкова ; ГОУВПО «Астраханский гос. ун-т». – Астрахань, 2005. – 40 с.
11. Федотова, Г. Г. Оценка функционального состояния организма студентов на основе анализа вариабельности сердечного ритма / Г. Г. Федотова, Г. В. Пожарова, М. А. Гераськина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 14–18.
12. Осадчий, Л. И. Сосудистые факторы ортостатических реакций системной гемодинамики / Л. И. Осадчий, Т. В. Балуева, И. В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2003. – № 89. – Вып. 3. – С. 339–346.

19.10.2016