Дата публикации: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_4
УДК 612.181

Publication date: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_4
UDC 612.181

ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ ДЕВУШЕК С РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Г.С. Бобков, Е.Ю. Федорова, С.Н. Бобкова, М.В. Зверева
ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», г. Москва, Россия

Аннотация. Целью работы была оценка влияния дистанционной формы обучения на вегетативную реактивность девушек выпускных классов с различным индексом массы тела. В статье представлены результаты кардиоинтервалографии при выполнении активной ортостатической пробы в условиях очного и дистанционного обучения. В исследовании приняли участие 78 девушек выпускных медицинских классов общеобразовательных школ г. Москвы, различающихся индексом массы тела. Нами было выявлено, что под влиянием ортостатической пробы на фоне дистанционной формы обучения у девушек с дефицитом массы тела преобладает состояние напряжения регуляторных систем и снижения адаптационных резервов организма, менее выраженное у школьниц с нормальной и избыточной массой тела. В этой категории наблюдается повышенная реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: дистанционное обучение, девушки, сердечно-сосудистая система, кардиоинтервалография, активная ортостатическая проба, гиподинамия.

ASSESSMENT OF AUTONOMIC REACTIVITY OF GIRLS WITH DIFFERENT BODY MASS INDEX DURING DISTANCE LEARNING

G.S. Bobkov, E.Yu. Fedorova, S.N. Bobkova, M.V. Zvereva
Moscow City Univesity, Moscow, Russia

Annotation. The aim of the work was to assess the impact of distance learning on the autonomic reactivity of girls of graduating classes with different body mass index. The article presents the cardiointervalography results when performing an active orthostatic test in full-time and distance learning. The study involved 78 girls who graduated from medical classes of secondary schools in Moscow, differing in body mass index. We have found that under the influence of an orthostatic test against the background of distance learning in girls with a body weight deficit, the state of regulatory systems' tension and a decrease in adaptive reserves of the body prevails, less pronounced in schoolgirls with normal body mass and overweight. In this group, there is an increased reactivity of the sympathetic division of the autonomic nervous system.

Keywords: distance learning, girls, cardiovascular system, cardiointervalography, active orthostatic test, physical inactivity.

Введение. Известно, что ученики выпускных классов испытывают значительные учебные нагрузки, связанные с подготовкой к выпускным экзаменам и переходу на следующую ступень образования, а переход их на дистанционную форму обучения в связи с вирусной пандемией привел к снижению уровня их физической активности, что могло привести к нарушению регуляторных механизмов вегетативной нервной системы (ВНС), контролирующих работу нервной, сердечно-сосудистой и других систем и развитием в будущем хронических заболеваний у обучающихся. Являясь индикатором адаптации организма человека к воздействиям среды, сердечно-сосудистая система (ССС) обеспечивает адекватный уровень его функционирования, который регулирует ВНС [1]. Известно, что избыточная масса тела и ожирение сопровождаются благоприятным сосудистым фенотипом и, наоборот, дефицит массы тела сопровождается преждевременным сосудистым старением [2]. Однако избыточная

масса тела и ожирение, как правило, сопровождаются более высоким артериальным давлением, повышением частоты сердечных сокращений (ЧСС), а также увеличением сердечного выброса, что может явиться предиктором развития заболеваний ССС, особенно в условиях гиподинамии на фоне учебного стресса и дистанционной формы обучения [3-4]. В проведенном нами ранее исследовании, касающимся оценки влияния учебного стресса на сердечную деятельность девушек, наблюдался большой разброс данных по изучаемым показателям [5]. Возможно, это могло быть связано с различиями в антропометрических данных участниц, в том числе в индексе массы тела. Поэтому целью работы была оценка влияния дистанционной формы обучения на вегетативную реактивность девушек выпускных классов с различным индексом массы тела на примере 78 учащихся медицинских классов города Москвы.

Методы и организация исследования. Данное исследование проводилось на базе Центра проектного творчества МГПУ с октября 2020 года по январь 2021 года и являлось продолжением изучения влияния учебного стресса и дистанционной формы обучения на функциональное состояние ССС обучающихся [6]. В нем приняли участие 78 девушек в возрасте 15-17 лет выпускных классов (I-II группы здоровья). Все девушки были разделены на 3 группы: 24 с избыточной массой тела, у 3 из них – ожирение I степени (ИМТ от 25 до 35), у 30 учениц – нормальная масса тела (ИМТ – 18,5-24,9), у 24 – дефицит массы тела (ИМТ<18,5). Для комплексной оценки состояния ВНС, сегментарных и надсегментарных отделов центральной нервной системы (ЦНС), степени адаптации ССС применялся неинвазивный метод кардиоинтервалографии с использованием аппарата «Варикард 2.51». Определялись такие показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР), как частота сердечных сокращений (ЧСС), для временного анализа оценивалась длительность интервалов RR (SDNN (мс)), разность длительности соседних интервалов RR (RMSSD (мс) и pNN50 (%)), амплитуда Моды (АМо (%)), а также спектральные характеристики: ТР ($мс^2$) – общая мощность спектра; колебания спектра разной частоты высоко- (HF (%)), низко- (LF (%)), очень низкочастотные колебания (VLF (%)), а также интегральные показатели активности регуляторных систем (ПАРС) и индекс напряжения (ИН) [7]. Адаптация и реактивность отделов ВНС определялась с помощью активной ортостатической пробы. Все школьники исследования были проинформированы и дали добровольное согласие на участие. Измерения проводились при очном обучении и после выхода школьников из дистанционного обучения. Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программы “Statistica 10”. Предварительно полученные результаты были подвергнуты проверке на нормальность распределения с использованием теста Колмогорова-Смирнова. Полученные данные представлены в виде средних значений с ошибкой средней (M±m). Межгрупповые различия, оцениваемые с помощью t-критерия Стьюдента, считали статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Фоновая оценка (в горизонтальном положении) ортостатической пробы по результатам кардиоинтервалографии у старшеклассниц при очной форме обучения, имеющих ИМТ<18,5, показала, что ЧСС в среднем по группе была несколько выше, чем у девушек с нормальной и избыточной массой тела. Большинство фоновых показателей временного и спектрального анализа ВСР у девушек с различными ИМТ находились в пределах нормальных значений, но имелась тенденция к росту показателей, свидетельствующих о некотором преобладании симпатического контура (SDNN, АМо, VLF) у большинства девушек, более выраженное у девушек с ИМТ<18,5. Средние значения ПАРС были выше нормы во всех группах, особенно у девушек с дефицитом массы тела (на 40%), а средние значения ИН были в пределах нормы у всех

испытуемых. Структура спектра оставалась в пределах нормы, поскольку для этой возрастной группы характерна зрелость регуляторных систем и преобладание парасимпатического отдела в регуляции сердечного ритма (табл. 1).

Таблица 1

Результаты кардиоинтервалографии у девушек (n=78) с различным индексом массы тела в горизонтальном положении (фоновая проба) при разных формах обучения, M±m

очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма
ИМТ от 25 до 35 (n=24)		ИМТ от 18,5 до 24,9 (n=30)		ИМТ<18,5 (n=24)	
Показатели					
ЧСС, уд/мин					
77,8±4,1	83,6±6,6	74,7±4,4	78,6±6,1	76,3±11,5	84,8±9,4
SDNN, мс					
62,6±8,3	67,4±7,2	66,6±9,7	70,4±11,3	57,5±14,8	46,6±8,2*
RMSSD, мс					
43,4±7,2	53,6±3,9*	44,3±6,6	55,7±5,1*	46,8±3,1	33,4±5,2*
pNN50, %					
36,3±4,8	43,7±2,1*	33,5±4,2	38,8±3,1*	35,2±27	26,4±2,9*
AMo, %					
34,4±4,4	38,8±3,5	32,5±6,2	36,6±4,8	37,2±6,1	45,3±6,6*
ИН, усл.ед.					
122,3±18,4	137,5±22,8	118,6±30,4	128,7±17,3	131,3±16,6	157,4±18,7*
ПАРС, баллы					
3,2±2,4	3,6±1,2	3,1±1,5	3,5±2,3	4,1±2,3	5,1±3,5

Примечание: * – различие между измерениями у девушек с различным ИМТ при двух формах обучения достоверно при $p<0,05$; ЧСС – частота сердечных сокращений; SDNN – длительность интервалов RR; RMSSD и pNN50 – разность длительности соседних интервалов RR; AMo – амплитуда моды; ИН – индекс напряжения; ПАРС – показатели активности регуляторных систем

Полученные данные можно объяснить длительным учебным стрессом (в течение почти полугода), нахождением в режиме самоизоляции и тем, что очная форма обучения предусматривает иные виды нагрузок.

При повторном обследовании (после завершения дистанционной формы обучения) было выявлено увеличение ЧСС в группах, более выраженное у девушек с избыточной массой тела – на 7,4% и у девушек с дефицитом массы тела – на 10,7%, но показатели находились в пределах нормальных значений. Наиболее значимые изменения изучаемых показателей были зарегистрированы у девушек с ИМТ<18,5: снижение средних временных показателей ($p<0,05$) в среднем по группе на 19-29% (SDNN, RMSSD, pNN50), повышение ($p<0,05$) SDNN на 19%, RMSSD – на 28,6%, pNN50 – на 25%. Кроме того, имелось достоверное ($p<0,05$) повышение AMo (на 21,8%), а также интегральных показателей ПАРС на 21,4% и ИН на 20%, что свидетельствует об активации симпатического отдела и центральных механизмов регуляции (табл. 1).

Спектральные параметры ритмограммы у девушек данной группы отражали состояние энергодефицита и активацию симпатического отдела. У девушек с нормальной и избыточной массой тела наблюдалась активация парасимпатического отдела регуляции, что свидетельствует о включении адаптационных резервов организма (табл. 2).

После выхода из дистанционного обучения больше всего девушек с преобладанием симпатического отдела ВНС

наблюдалось в группе школьниц с дефицитом массы тела (увеличилось на 30,8%) и снижением парасимпатической активности. Однако подобная тенденция наблюдается и в других группах.

Таблица 2

Спектральные характеристики кардиоинтервалограммы у девушек (n=78) с различным индексом массы тела в горизонтальном положении (фоновая проба) при разных формах обучения, M±m

очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма
ИМТ от 25 до 35 (n=24)		ИМТ от 18,5 до 24,9 (n=30)		ИМТ<18,5 (n=24)	
Показатели					
TP, мс^2					
3729,5± 312,2	4123,3± 122,1	3679,3± 265,6	4161,7± 312,3	3520,2± 224,5	2793,4± 145,7*
HF, %					
44,3±7,1	41,4±5,5	43,2±4,4	40,6±5,9	41,8±3,1	35,7±7,7*
LF, %					
30,4±3,2	32,5±4,2	28,1±3,8	30,4±6,2	29,5±9,3	39,6±7,4*
VLF, %					
10,2±3,1	12,7±2,8	10,6±2,2	11,7±3,3	13,6±2,2	10,3±1,4*

Примечание: * – различие между измерениями у девушек с различным ИМТ при разных формах обучения достоверно при p<0,05; TP – общая мощность спектра; HF – высокочастотные колебания; LF – низкочастотные колебания; VLF – очень низкочастотные колебания

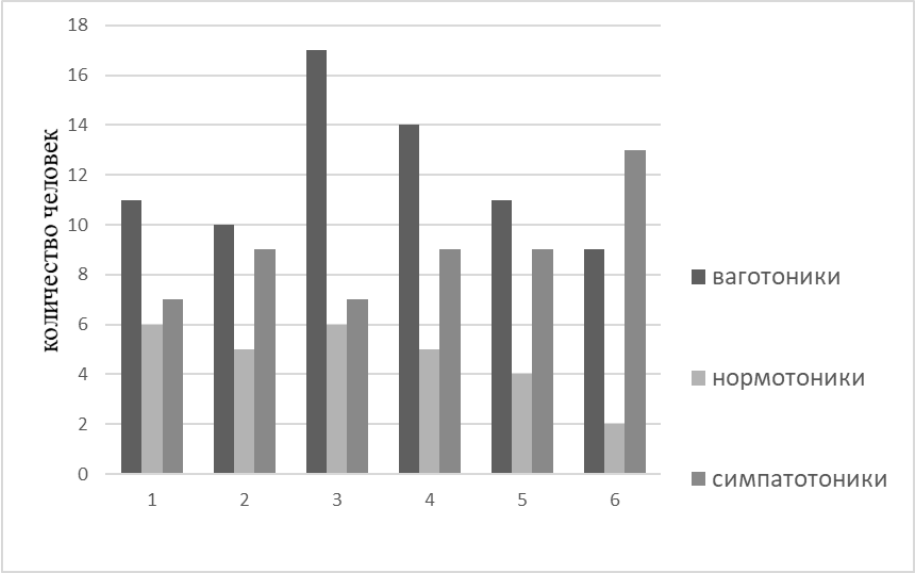


Рис. Распределение девушек с различным индексом массы тела по типам автономной нервной регуляции при разных формах обучения

Примечание. 1 – девушки (n=24) с ИМТ≥25 и <35, очная форма обучения; 2 – девушки (n=24) с ИМТ≥ 25 и <35, дистанционная форма обучения; 3 – девушки (n=30) с ИМТ 18,5-24,9, очная форма обучения; 4 – девушки (n=30) с ИМТ 18,5-24,9, дистанционная форма обучения; 5 – девушки (n=24) с ИМТ<18,5, очная форма обучения; 6 – девушки (n=24) с ИМТ<18,5, дистанционная форма обучения

На рисунке представлено распределение девушек с различными ИМТ по типам автономной нервной регуляции при очной и дистанционной формах обучения.

Проведение ортостатической пробы при обеих формах обучения выявило у девушек всех обследуемых групп снижение активности парасимпатического отдела и увеличение симпатической активности в регуляции сердечного ритма, более выраженное у девушек с ИМТ<18,5 при дистанционной форме обучения: снижение средних временных показателей SDNN на 32,7% ($p<0,05$), RMSSD – на 44,7% ($p<0,05$), pNN50 – на 29,5% ($p<0,05$) и повышение средних величин AMo на 26,2% ($p<0,05$) (табл. 3).

Следует также отметить, что спектральные характеристики кардиоинтервалограммы, полученные при проведении ортостатической пробы после выхода школьников с дистанционной формы обучения, отражали состояние энергодефицита во всех группах (табл. 4).

Полученные нами данные свидетельствуют о подавлении автономных и задействовании центральных механизмов, регулирующих сердечную деятельность, а также состоянии энергодефицита, напряжении регуляторных систем и снижении адаптационных резервов организма школьников, длительное время находящихся на дистанционной форме обучения.

Таблица 3

Результаты кардиоинтервалографии у девушек (n=78) с различным индексом массы тела при проведении ортостатической пробы при разных формах обучения, M±m

очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма
ИМТ от 25 до 35 (n=24)		ИМТ от 18,5 до 24,9 (n=30)		ИМТ<18,5 (n=24)	
Показатели					
ЧСС, уд/мин					
86,3±9,7	94,1±7,6	82,6±4,6	90,2±5,3	88,5±12,3	107,7±21,3*
SDNN, мс					
77,5±9,4	69,7±8,4	80,6±7,2	71,3±9,8	49,5±11,2	33,3±5,6*
RMSSD, мс					
63,2±5,5	51,6±3,9*	67,1±8,3	58,5±6,2	40,5±4,4	22,4±4,4*
pNN50, %					
46,6±5,6	37,4±7,2*	45,1±3,3	35,7±4,4*	27,8±2,6	19,6±4,7*
AMo, %					
41,2±5,1	51,7±6,1*	40,8±7,3	50,2±3,1*	45,4±5,1	57,3±4,4*
ИН, усл.ед.					
144,2± 14,6	175,6± 29,9*	137,4± 20,2	165,2± 15,1*	169,6± 12,8	237,5± 22,3*
ПАРС, баллы					
4,1±1,2	5,2±1,3*	4,0±2,1	5,1±2,0*	6,4 ± 2,2	8,5±3,4*

Примечание: * – различие между измерениями у девушек с различным ИМТ при разных формах обучения достоверно при $p<0,05$; ЧСС – частота сердечных сокращений; SDNN – длительность интервалов RR; RMSSD, pNN50 – разность длительности соседних интервалов RR; AMo – амплитуда моды; ИН – индекс напряжения; ПАРС – показатели активности регуляторных систем

Таблица 4

Спектральные характеристики кардиоинтервалограммы у девушек (n=78) с различным индексом массы тела при проведении ортостатической пробы при разных формах обучения, M±m

очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма	очная форма	дистанционная форма
ИМТ от 25 до 35 (n=24)		ИМТ от 18,5 до 24,9 (n=30)		ИМТ<18,5 (n=24)	
Показатели					
TP, мс^2					
2973,3± 214,2	2231,5± 132,4*	2654,5± 175,3	2031,2± 213,6*	1828,3± 154,4	1022,4± 129,5*
HF, %					
47,6±5,3	37,2±4,4*	45,2±7,1	36,4±6,6*	34,2±3,6	25,5±6,1*
LF, %					
33,7±2,5	39,7±2,8*	34,3±2,2	41,1±3,1*	35,4±7,1	44,5±6,3*
VLF, %					
14,6±2,4	11,8±3,3*	15,2±1,6	10,1±1,8*	10,4±2,6	6,1±1,1*

Примечание: * – различие между измерениями у девушек с различным ИМТ при разных формах обучения достоверно при p<0,05; TP – общая мощность спектра; HF – высокочастотные колебания; LF – низкочастотные колебания; VLF – очень низкочастотные колебания

Заключение. В условиях дистанционной формы обучения девушек выпускных классов происходит усиление автономной регуляции ВНС, повышение активности её парасимпатического отдела у школьниц с нормальной и избыточной массой тела и умеренное преобладание центральной регуляции у учениц с дефицитом массы тела. Проведенная активная ортостатическая проба показала преобладание симпатического компонента в структуре вариабельности ритма сердца и снижение активности сегментарных уровней регуляции кровообращения, наиболее выраженное у школьниц с ИМТ<18,5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Лезарева, Т. А. Об эффективности механизмов психофизиологической адаптации в динамике учебно-образовательного процесса / Т. А. Лезарева, С. А. Лытаев // Педиатрия. – 2019. – Т. 10. – № 6. – С. 67-77.

2. Фенотипы сосудистого старения у лиц молодого возраста в аспекте их взаимосвязи с индексом массы тела / Евсевьева М. Е., Еремин М. В., Ростовцева М. В. [и др.] // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24. – № 3. – С. 52-58.

3. Русанов, В. Б. Исследование механизмов регуляции системы кровообращения в условиях изоляции (эксперимент Sirius-17) / В. Б. Русанов, Р. М. Баевский // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – № 7. – С. 221-225.

4. Ortega F. B. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: Evidence from epidemiologic studies / F. B. Ortega, J. R. Ruiz, M. J. Castillo // Endocrinol Nutr. – 2013. – № 60. – pp. 458-469.

5. Оценка сердечной деятельности лиц юношеского возраста на фоне учебного стресса / М. В. Зверева, Г. С. Бобков, Е. Ю. Федорова, С. Н. Бобкова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2021. – № 3(79). – С. 116-118.

6. Бобков, Г. С. Особенности регуляции сердечной деятельности у мальчиков-подростков в условиях дистанционного обучения / Г. С. Бобков, М. В. Зверева, С. Н. Бобкова // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4(17). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_14

7. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-83.

REFERENCES

1. Lezareva, T.A., Lytaev S.A. On the effectiveness of mechanisms of psychophysiological adaptation in the dynamics of the educational process. *Pediatrics*, 2019, vol. 10, no. 6, pp.67-77. (in Russ.)
2. Evsev'eva M. E., Eremin M.V., Rostovtseva M.V., Fursova E.N., Rusidi A.V., Ital'yantseva EV, Kudryavtseva V.D. Phenotypes of vascular aging in young people in terms of their relationship with body mass index. *Profilakticheskaya Meditsina*, 2021, vol. 24, no. 3, pp. 52-58. (in Russ.)
3. Rusanov V.B., Baevskij R.M. Investigation of cardiovascular system regulatory mechanisms in isolation (Sirius-17 experiment). *"Modern Science: actual problems of theory and practice", series "Natural and Technical Sciences"*, 2018, no. 7, pp.221-225. (in Russ.)
4. Ortega F.B. Ruiz J.R., Castillo M.J. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: Evidence from epidemiologic studies. *Endocrinol. Nutr.*, 2013, no. 60, pp. 458-469.
5. Zvereva M.V., Bobkov G.S., Fedorova E.Yu., Bobkova S.N. Assessment of the cardiac activity of young people against the background of educational stress. *Journal of VolgSMU*, 2021, no. 3 (79), pp. 116-118. (in Russ.)
6. Bobkov G.S., Zvereva M.V., Bobkova S.N. Features of the cardiac activity regulation in adolescent boys in conditions of distance learning. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 4(17). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_14 (in Russ.)
7. Baevskij R.M., Ivanov G. G., Chireykin L.V., Dovgalevskij P.Ya., Kukushkin Yu.A., Mironova T.F., Prilutskij D.A., Semenov A.V., Fedorov V.F., Fleishman A.N., Medvedev M.M., Chirejkin L.V. The heart rate variability analysis with various electrocardiographic systems: guidelines. *Journal of Arrhythmology*, 2001, no. 24, pp. 65-83. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Герман Сергеевич Бобков – аспирант кафедры адаптологии и спортивной подготовки, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: BobkovGS@mgpu.ru.
Елена Юрьевна Федорова – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: FedorovaEyU@mgpu.ru.
Софья Ниазовна Бобкова – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры адаптологии и спортивной подготовки, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: BobkovaSN@mgpu.ru.
Марина Валентиновна Зверева – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры биологии и физиологии человека, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: ZverevaMV@mgpu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

German Sergeevich Bobkov – Post-Graduate Student of the Department of Adaptology and Sports Training, Moscow City University, Moscow, e-mail: BobkovGS@mgpu.ru.
Elena Yur'evna Fedorova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Adaptology and Sports Training, Moscow City University, Moscow, e-mail: FedorovaEyU@mgpu.ru.
Sofia Niazovna Bobkova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Adaptology and Sports Training, Moscow City University, Moscow, e-mail: BobkovaSN@mgpu.ru.
Marina Valentinovna Zvereva – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Human Biology and Physiology, Moscow, e-mail: ZverevaMV@mgpu.ru.

Для цитирования: Оценка вегетативной реактивности девушек с различным индексом массы тела в условиях дистанционного обучения / Г. С. Бобков, Е. Ю. Федорова, С. Н. Бобкова, М. В. Зверева // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_4
For citation: Bobkov G.S., Fedorova E.Yu., Bobkova S.N., Zvereva M.V. Assessment of autonomic reactivity of girls with different body mass index during distance learning. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_4