

УДК 796: 612.172

ВПЛИВ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У СТУДЕНТІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ЗДОРОВ'Я

Богдан ЛІСОВСЬКИЙ, Ірина СУЛТАНОВА

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Аналізували вплив велоергометричного навантаження (2 Вт/кг) на варіабельність серцевого ритму в залежності від рівня соматичного здоров'я. Дослідження показали, що зменшення загальної потужності спектру – TP на фоні підвищення стрес-індексу як у стані спокою, так і при фізичному навантаженні свідчить про рівень соматичного здоров'я «нижче безпечного». Зміни індексу централізації були протилежними до стрес-індексу. Фізичне навантаження веде до збільшення співвідношення LF/HF у групі соматичного здоров'я «нижче середнього рівня», що свідчить про підвищення активності симпатичного відділу вегетативної системи. Поряд з цим відмічено зниження індексу вегетативної рівноваги. Менша величина TP по відношенню до контрольної групи у юнаків з високим рівнем соматичного здоров'я як у стані спокою, так і при фізичному навантаженні, що супроводжується також зниженням PAPR, IVR, VPR, на нашу думку, обумовлена економізацією функцій, і свідчить про високі функціональні резерви організму.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, соматичне здоров'я, фізичне навантаження.

Постановка проблеми та результати останніх досліджень. За останнє десятиліття стан здоров'я населення України, у тому числі і студентської молоді, істотно погіршився. На сьогодні виділяють п'ять рівнів соматичного здоров'я людини [1]. Доведено, що вихід інтенсивності біоенергетичних процесів за межі «безпечної зони» супроводжується розвитком різних патологічних змін [2]. Відомо, що здоров'я людини характеризується не тільки відсутністю патологічно змінених органів і систем, а й функціональними резервами організму, які забезпечують ефективну адаптацію до мінливих умов середовища. Встановлено, що функціональні резерви організму людини в значній мірі визначаються резервами регуляції. Варіабельність серцевого ритму (ВСР) є універсальною фізіологічною властивістю, яка відображає стан регуляторних процесів на рівні цілісного організму [3]. У науковій літературі є дані щодо особливостей показників ВСР при певних патологічних станах [6, 7, 9], зустрічаються поодинокі відомості стосовно впливу дозованих фізичних навантажень [5], питання динаміки названих показників в залежності від рівня здоров'я є недостатньо розкритим.

Мета дослідження – з'ясувати вплив велоергометричного навантаження (ВЕН) ВСР студентів в залежності від рівня соматичного здоров'я.

Методи дослідження. Дослідження проведені із використанням комп'ютерного велоергометричного комплексу «Cardiolab +». У дослідженні брали участь студенти 1-3-х курсів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника ($n = 140$). Контрольна група (КГ) була сформована зі студентів, які мали належний (у відповідності до віку) рівень рухової активності. До цієї групи увійшли студенти спеціальності «фізична реабілітація», які не мають спортивної спеціалізації ($\text{♂} - n = 18, \text{♀} - n = 27$). Розподіл дослідних груп (ДГ) було проведено в залежності від визначеної під час ВЕН величини максимального споживання кисню (МСК). ДГ 1 утворили студенти з «високим рівнем соматичного здоров'я» ($\text{♂} - n = 13, \text{♀} - n = 16$), ДГ 2- студенти, що мали рівень соматичного здоров'я «вище середнього» ($\text{♂} - n = 13, \text{♀} - n = 13$), ДГ 3 – «середній рівень» ($\text{♂} - n = 11, \text{♀} - n = 10$) і ДГ 4 – «нижче середнього рівня» здоров'я. Серед обстеженого на даний час

інтенсивності студентів сформувати експериментальну групу з «низьким рівнем» здоров'я не вдалося.

Реєстрація показників відбувалась у стані спокою (лежачи), а також під час ВЕН, яке становило – 2 Вт/кг [4]. Про ВСР тлумачили на підставі аналізу наступних показників. Вивчали абсолютні значення загальної потужності спектру – TP (мсек²), співвідношення LF/HF, (відн. од.), індекс централізації – IC, показник адекватності процесів регуляції – PAPR, вегетативний показник ритму –VPR, індекс вегетативної рівноваги – VPR, стрес – індекс – SI [8]. Результати дослідження опрацьовані статистично з використанням критерію Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Проведені дослідження показали, що в стані спокою загальна потужність спектру серцевого ритму у юнаків ДГ 1 була нижчою на 26,1 % ($P<0,01$) і ДГ 4 – на 67,3 % ($P<0,001$) ніж у КГ (рис. 1). Достовірних відмінностей з боку величини TP у ДГ 2 і ДГ 3 у порівнянні з КГ не виявлено. ВЕН вело до збільшення TP у юнаків ДГ 1 на 54,3 % ($P<0,001$) у порівнянні зі станом спокою. У ДГ 2 і ДГ 3 досліджувана величина знижувалась на 49,5 % ($P<0,01$) і 70,6 % ($P<0,05$) у порівнянні зі станом спокою. У ДГ 4 TP практично не відрізнявся від значення у стані спокою.

У дівчат ДГ 1 в стані спокою TP був вищий на 43,1 % ($P<0,001$), ДГ 2 – на 29,9 % ($P<0,02$), ДГ 3 – на 28,9 % ($P<0,01$) у порівнянні з КГ. У ДГ 4 – досліджуваний показник був вищий на 82,3 % ($P<0,001$). Призвело до зниження загальної потужності спектру в усіх досліджуваних групах у порівнянні зі станом спокою. Так, у КГ TP знижувався на 57,7 % ($P<0,001$), у ДГ 1 – на 37,9 % ($P<0,001$), у ДГ 2 на 50,3 % ($P<0,001$), у ДГ 3 – на 52,3 % ($P<0,001$), у ДГ 4 – на 22,4 % ($P<0,01$). Однак, порівнюючи величину TP при ВЕН із значенням КГ, встановлено у ДГ 1 підвищення загальної потужності спектру на 42,3 % ($P<0,01$), а у ДГ 4 досліджуваний показник знижувався на 7,9 % ($P<0,01$).

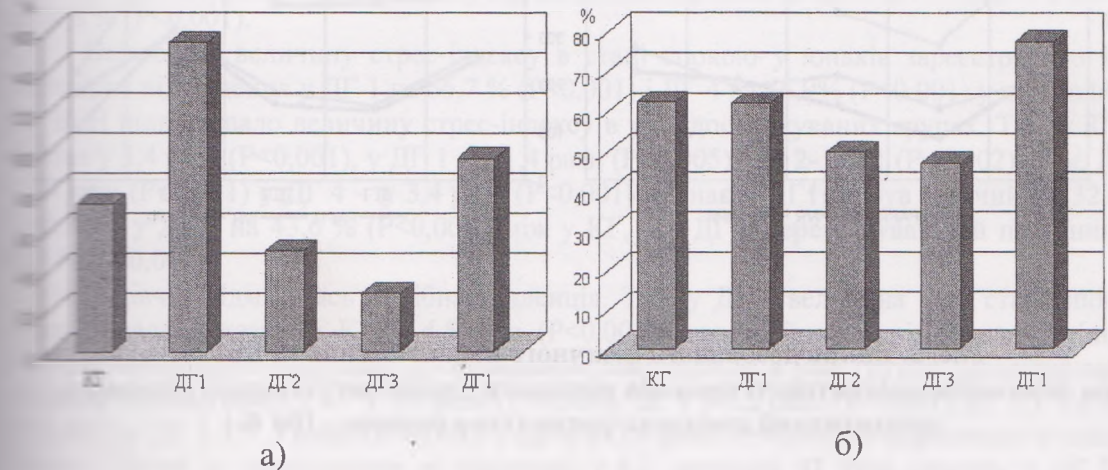


Рис. 1. Вплив дозованого фізичного навантаження (2 Вт/кг) на загальну потужність спектру серцевого ритму в залежності від групи соматичного здоров'я (стан спокою – 100 %)

Примітки: а – юнаки; б – дівчата.

При аналізі співвідношення LF/HF як у юнаків, так і дівчат досліджуваних груп в стані спокою достовірних відмінностей не виявлено. ВЕН вело до збільшення вказаного співвідношення в усіх групах соматичного здоров'я по відношенню до стану спокою.

Так, у юнаків КГ співвідношення LF/HF зростало на 82,4 % ($P<0,001$), ДГ 1 – на 127,5 % ($P<0,001$), ДГ 2 – на 127,5 % ($P<0,001$), ДГ 3 – на 63,5 % ($P<0,001$), ДГ 4 – на 127,5 % ($P<0,001$).

113,9 % ($P < 0,001$). Слід зазначити, що у ДГ 4 ця величина перевищувала показники КГ на 33,1 % ($P < 0,02$). Достовірних змін у інших ДГ у порівнянні з величиною КГ не виявлено. У дівчат КГ досліджуваній показник збільшувався на 82,8 % ($P < 0,001$), ДГ 1 – на 90,1 % ($P < 0,001$), ДГ 2 – на 142,9 % ($P < 0,001$), ДГ 3 – на 114,6 % ($P < 0,001$), ДГ 4 – на 120,5 % ($P < 0,001$) по відношенню до стану спокою. Однак, при аналізі динаміки стосовно КГ у ДГ 4 співвідношення LF/HF було більшим на 41,3 % ($P < 0,001$), а показники ДГ 1, ДГ 2 та ДГ 3 значно не відрізнялись від аналогічного значення у КГ.

При вивченні динаміки індексу централізації виявлено, що у юнаків КГ його величина становить $6,89 \pm 1,57$. В групі з високим рівнем соматичного здоров'я в стані спокою ця величина була вищою, ніж у КГ на 73,5 %, у групі з середнім рівнем здоров'я – на 66,4 %. У ДГ 2 та ДГ 4 ІС був нижчий, ніж у КГ на 41,5 % ($P < 0,001$), та 67,4 % ($P < 0,001$) відповідно. У дівчат ДГ 1 в стані спокою ІС був на 28,9 % ($P < 0,001$) нижчий, а у ДГ 4 – на 43,3 % ($P < 0,002$), ніж у КГ. ВЕН знижувало величину ІС в усіх досліджуваних групах, як у юнаків, так і у дівчат.

При оцінці величини показника адекватності процесів регуляції з'ясовано, що у стані спокою у юнаків ДГ 2 і ДГ 3 у порівнянні з КГ достовірних відмінностей не було (рис.2). У юнаків ДГ 1 досліджуваній показник зростав на 14,3 % ($P < 0,01$), а у ДГ 4 – на 50,5 % ($P < 0,001$) по відношенню до величини КГ. У дівчат ДГ 1 PAPR був нижчим на 24,9 % ($P < 0,001$) у порівнянні з КГ, а у ДГ 4 PAPR зростав у 2,5 рази ($P < 0,001$).

ВЕН вело до значного підвищення величини названого показника в усіх досліджуваних групах.

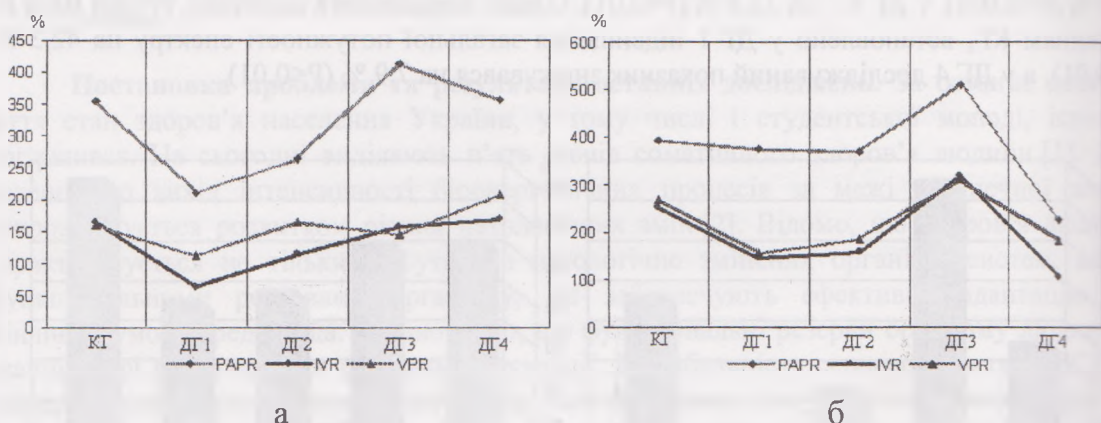


Рис. 2. Вплив дозованого фізичного навантаження (2 Вт/кг) на показники адекватності процесів рівноваги, індекс вегетативної рівноваги, вегетативний показник ритму (стан спокою – 100 %)

Примітки: а – юнаки; б – дівчата.

Так, у юнаків КГ ВЕН підвищувало названу величину у 3,5 рази ($P < 0,001$), ДГ 1 – у 2,1 рази ($P < 0,001$), ДГ 2 – у 2,6 рази ($P < 0,001$), ДГ 3 – у 4,1 рази ($P < 0,001$), ДГ 4 – у 3,6 рази ($P < 0,001$). По відношенню до величини КГ при ВЕН досліджуваній показник був нижчим у ДГ1 31,9 % ($P < 0,001$), ДГ 2 – на 26,9 % ($P < 0,001$), і перевищував величину КГ у ДГ 4 на 51,2 % ($P < 0,001$).

У дівчат КГ при ВЕН PAPR зростав у 3,9 рази ($P < 0,001$), ДГ 1 ($P < 0,001$) і ДГ 2 – у 3,7 рази ($P < 0,001$), ДГ 3 – у 5,1 рази ($P < 0,001$), ДГ 4 – у 2,3 рази ($P < 0,001$) у порівнянні зі станом спокою. По відношенню до КГ відмічено зниження досліджуваного показника на 28,5 % ($P < 0,001$) у ДГ 1 і на 14,2 % ($P < 0,001$) – у ДГ 2; у ДГ 3 названий показник зростав на 21,6 % ($P < 0,001$) та на 44,7 % ($P < 0,001$) у ДГ 4.

При аналізі вегетативного показника ритму в стані спокою у юнаків КГ, ДГ 1, ДГ 3, ДГ 4 достовірних відмінностей не виявлено. У ДГ 2 відмічено зниження на 23,5 % ($P<0,02$) по відношенню до величини КГ. ВЕН вело до збільшення названого показника. Так у КГ VPR зростав на 59,6 % ($P<0,001$), ДГ 2 – на 64,5 % ($P<0,001$), ДГ 3 – на 45,1 % ($P<0,001$), ДГ 4 – 107,7 % ($P<0,001$). У юнаків ДГ 1 достовірних змін у порівнянні зі станом спокою не виявлено. По відношенню до величини вказаного показника у КГ під час ВЕН у юнаків ДГ 1 відмічено зниження на 21,5 % ($P<0,001$), ДГ 2 – на 21,2 % ($P<0,001$), а у ДГ 4 VPR зростав на 25,3 % ($P<0,001$). Слід зазначити, що у ДГ 1 і ДГ 2 значення VPR при ВЕН достовірно не відрізнялись між собою, однак названий показник ДГ 4 достовірно відрізнявся від величин КГ і ДГ 1 і ДГ 2.

У дівчат під час ВЕН зміни носили подібний характер. Так, у КГ при ВЕН VPR зростав у 2,7 рази ($P<0,001$), ДГ 1 у 1,6 рази ($P<0,001$) ДГ 2 – у 1,9 рази ($P<0,001$), ДГ 3 – у 2,1 рази ($P<0,001$), а у ДГ 4 – у 1,8 рази ($P<0,001$) по відношенню до стану спокою. Величина у ДГ 1 і ДГ 2 була достовірно нижчою у порівнянні з КГ, а у ДГ 4 перевищувала значення КГ на 38,7 % ($P<0,001$).

При оцінці індексу вегетативної рівноваги в стані спокою у юнаків виявлено збільшення у ДГ 1 по відношенню до КГ удвічі ($P<0,001$). При ВЕН КГ, ДГ 3 і ДГ 4 названий показник підвищувався відповідно на 64,6 % ($P<0,001$), 56,8 % ($P<0,001$) і 69,5 % ($P<0,001$) по відношенню до стану спокою. У ДГ 1 зареєстровано зниження IVR на 37,6 % ($P<0,005$), а ДГ 2 і ДГ 3 зміни були не істотними у порівнянні зі станом спокою. Однак по відношенню до КГ величина IVR у ДГ 1 і ДГ 2 була нижчою на 23,5 % ($P<0,005$) і 39,1 % ($P<0,001$) відповідно, а у ДГ 4 зростала на 31,6 % ($P<0,001$). У дівчат в стані спокою ДГ 4 IVR був вищим у 3,9 рази ($P<0,001$) в порівнянні з КГ. ВЕН підвищувало названу величину у КГ у 2,5 рази ($P<0,001$), ДГ 1 – 1,4 рази ($P<0,001$), у ДГ 2 – у 1,6 рази ($P<0,001$) і ДГ 3 – у 3,2 рази ($P<0,001$), а ДГ 4 IVR достовірно не відрізнявся від величини у стані спокою. Проте, у ДГ 1 і ДГ 2 IVR був нижчий по відношенню до КГ на 39,2 % ($P<0,001$) і 32,1 % ($P<0,001$) відповідно, а у ДГ 3 перевищував її рівень на 24,7 % ($P<0,001$), у ДГ 4 – на 44,3 % ($P<0,001$).

Оцінюючи величину стрес-індексу в стані спокою у юнаків зареєстровано його достовірне підвищення у ДГ 1 на 66,7 % ($P<0,001$) і ДГ 4 на 46,9% ($P<0,001$) у порівнянні з КГ. ВЕН підвищувало величину стрес-індексу в усіх досліджуваних групах. Так, у КГ SI зростав у 3,4 рази ($P<0,001$), у ДГ 1 – у 1,4 рази ($P<0,005$), ДГ 2- у 2,1 ($P<0,002$) рази, ДГ 3 – у 2,4 рази ($P<0,001$) у ДГ 4 – у 3,4 рази ($P<0,001$). Однак у ДГ 1 SI був нижчий на 32,6 % ($P<0,001$), у ДГ 2 на 43,6 % ($P<0,001$), ніж у КГ, а у ДГ 4 перевищував цей показник на 48,3 % ($P<0,001$).

У дівчат відмічалась подібна тенденція. Так, у ДГ 4 величина SI в стані спокою перевищувала показники КГ у 4,5 рази ($P<0,001$) і достовірно відрізнялась від інших досліджуваних груп. ВЕН вело до збільшення величини SI в усіх групах. Досліджуваний показник збільшувався у КГ у 5,3 рази ($P<0,001$), ДГ 1 у 3,2 рази ($P<0,001$) ДГ 2 у 3,6 рази ($P<0,001$) у ДГ 3 у 7,3 рази ($P<0,001$) у ДГ 4 у 2,0 рази ($P<0,001$) у порівнянні зі станом спокою. Проте по відношенню до величини у КГ значення SI було нижчим у ДГ 1 на 42,1 % ($P<0,001$) у ДГ 2 на 28,3 % ($P<0,001$), а у ДГ 3 перевищувало вказане значення на 32,1 % ($P<0,001$), а ДГ 4- на 74,2 % ($P<0,001$).

Встановлено, що загальна потужність спектру серцевого ритму TP відображає функціональну регуляцію. Вважають, чим більша величина TP, тим більші функціональні резерви організму. Наші дослідження показали, що у групі студентів з високим рівнем соматичного здоров'я в стані спокою TP нижчий, ніж у контрольній групі (юнаки), це може бути зумовлено економізацією функцій організму в стані спокою. Фізичне навантаження у контрольній групі вело до підвищення величини TP у порівнянні з контрольною групою та станом спокою. Можливо, це свідчить про резерв регуляторних механізмів при даній інтенсивності навантаження. У групі соматичного здоров'я «нижче середнього рівня» як у юнаків, так і у дівчат величина TP була значно нижчою в стані спокою у порівнянні з контрольною групою. Фізичне навантаження викликало незначний приріст загальної по-

тужності спектру серцевого ритму у порівнянні зі станом спокою, однак ця величина була значно меншою, ніж у контрольній групі.

Висновки

1. Група соматичного здоров'я «нижче середнього рівня» характеризується значно меншою величиною ТР в стані спокою і під час фізичного навантаження, що супроводжується підвищенням SI. Це свідчить про менші функціональні резерви регуляторних систем і більшу «ціну адаптації», яка спричинена значним підвищенням активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи.

2. У студентів групи з високим рівнем соматичного здоров'я відмічено більші резерви регуляції як в стані спокою, так і при фізичних навантаженнях, що супроводжується зниженням напруги вегетативних систем.

Список літератури

1. *Апанасенко Г.Л.* Диагностика индивидуального здоровья // Валеология. – 2001. – № 3. – С. 27-31.
2. *Апанасенко Г.Л., Чистякові Ю.С.* Здоровье спортсмена: критерии оценки и прогнозирования // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. С. 19-22.
3. *Баевский Р.М.* Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философская теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – № 1. – С. 54-64.
4. *Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А.* Исследование физической работоспособности у спортсменов. М.: Физическая культура и спорт, 1974. – 96 с.
5. *Коваленко С.О.* Індивідуальні особливості хвильової структури серцевого ритму при дозованому фізичному навантаженні // Спортивна медицина. – 2006. – № 1. – С. 3-9.
6. *Коркушко О.В., Писарук А.В., Лишневецкая В.Ю. и др.* Вариабельность ритма сердца у здоровых лиц и пациентов с ишемической болезнью сердца пожилого возраста // Український кардіологічний журнал. – 2002. – № 5. – С. 19-23.
7. *Попов В.В., Фрицше Л.Н.* Вариабельность сердечного ритма: возможности изменения в физиологии и клинической медицине // Український медичний часопис. – 2006. № 2(52). С. 24-31.
8. *Яблучанский Н.И., Мартиненко А.В., Исаева А.С.* Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регуляторных систем человека. Харьков: Основа, 2000. – 87 с.
9. *Banzer W, Lucki K, Burklein M. et al.* Sports medical aspects in cardiac risk stratification – Heart rate variability and exercise capacity // Herzschrittmacherther Electrophysiol. 2006. – 17(4). – P. 197-204.
10. *Bianchi AM, Ferini-Strambi L, Castronovo V, Cerutti S.* Multivariate and multiresolution analysis of cardiorespiratory variability signals: the CAP sleep case. Biomed. Tech(Berl). - 2006. 51(4). – P. 167-73.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Богдан ЛІСОВСЬКИЙ, Ірина СУЛТАНОВА

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Аналізували вплив велоергометричної навантаження (2 Вт/кг) на вариабельність серцевого ритму в залежності від рівня соматичного здоров'я. Исследования показали, что уменьшение общей мощности спектра – ТР на фоне повышения стресс-индекса

в состоянии покоя, так и при физической нагрузке свидетельствует об уровне соматического здоровья «ниже безопасного». Изменения индекса централизации были противоположны к стресс-индексу. Физическая нагрузка ведет к увеличению соотношения LF/HF в группе соматического здоровья «ниже среднего уровня», что свидетельствует о повышении активности симпатического отдела вегетативной системы. Вместе с этим отмечено понижение индекса вегетативного равновесия. Меньшее значение TP по отношению к контрольной группе у юношей с высоким уровнем соматического здоровья, как в состоянии покоя, так и при физической нагрузке, что сопровождается также понижением PAPR, IVR, VPR, по нашему мнению, обусловлено экономизацией функций, и свидетельствует о высоких функциональных резервах организма.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, соматическое здоровье, физическая нагрузка.

THE INFLUENCE OF EXERCISE STRESS ON THE HEART RATE VARIABILITY INDICES

Bogdan LISOVSKY, Iryna SULTANOVA

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

The influence of the cycloergometric loading (2 Wt/kg) on the heart rate variability depending on the somatic health level was analyzed. The research showed that diminishing of the general power of spectrum – TP on the background of the stress index growth, both at rest and under exercise stress, testified to the «below safe» somatic health level. The variation of centralization index was opposite to the stress index. The exercise stress leads to the increase of the LF/HF ratio in the group of the «below average level» somatic health that testifies to the rise in the activity of the sympathetic section of the vegetative system. At the same time, the decrease in the vegetative balance index was observed. The lower rate of TP concerning the control group always with the high somatic health level both at rest and under exercise stress, accompanied by the decrease in PAPR, IVR, and VPR, in our opinion was conditioned by the economization of functions and testifies to the high functional reserves of the organism.

Key words: heart rate variability, somatic health, exercise stress.