

DOI: 10.26693/jmbs05.06.396

УДК 612.172-057.875:[612.825.8+796.015.6

Кочина М. Л., Біла А. А., Бондаренко І. Г., Бондаренко О. В.

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ СТУДЕНТІВ ПІД ВПЛИВОМ РОЗУМОВОГО ТА ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили,
Миколаїв, Україна

suniukha@gmail.com

Метою роботи було визначення особливостей зміни показників варіабельності серцевого ритму студентів під впливом розумового та фізичного навантаження з урахуванням гендерних особливостей. У статті представлені результати дослідження показників варіабельності серцевого ритму 128 студентів (65 чоловічої і 63 жіночої статі) Чорноморського національного університету імені Петра Могили віком 17-25 років.

У всіх студентів було визначено показники варіабельності серцевого ритму у стані спокою, після розумового і фізичного навантаження за короткими записами кардіосигналу (2 хвилини), одержаними за допомогою ритмографа «МПФИ ритмограф-1» та програмного забезпечення EasyHRV (ТОВ «АСТЕР-АЙТІ», Харків). У якості розумового навантаження було використано коректурну пробу за методикою Кривоносова М. В. зі співавт. (2001), яка полягала у відшукуванні та виділенні певної літери в тестових таблицях протягом 20-25 хвилин. Фізичне навантаження аеробного характеру полягало у проходженні дистанції 2000 м на гребному тренажері Concept-2 протягом 10 хвилин.

Оброблення результатів досліджень проведено з використанням описативної статистики та непараметричних критеріїв.

Отримані результати досліджень показали, що у стані спокою практично усі статистичні та часові показники варіабельності серцевого ритму хлопців і дівчат знаходяться у межах вікових норм. Розумове навантаження не призвело до достовірного погіршення показників, які досліджувалися, що свідчить про сформований стереотип його реакції. Фізичне навантаження призвело до достовірного погіршення стану серцево-судинної системи студентів, що підтверджується достовірним зниженням відносно нижньої межі норми показників SDNN та RMSSD (майже у чотири рази); збільшенням індексу вегетативної рівноваги (понад верхню межу норми на 90% у хлопців та на 71% – у дівчат); перевищенням верхньої межі норми удвічі показника вегетативного ритму та показника адекватності процесів регуляції; зростанням індексу напруження у хлопців у 7 разів, у дівчат – більш ніж у 5, що призвело до перевищення верхньої межі норми більш ніж у 4-5 разів; зниженням загальної

потужності спектру кардіосигналу у хлопців у 9 разів, у дівчат – у 8 разів; потужності спектру дуже низьких частот у два рази, низьких частот у 5-8 разів, високих частот – у 6-11 разів.

Низька енергетика спектральних показників, а також зниження варіабельності кардіоінтервалів та підвищення індексу напруження є проявами гіперадаптивної реакції на навантаження та свідчить про низькі адаптаційно-компенсаторні можливості організму студентів, що потребує запровадження реабілітаційних заходів.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, вплив фізичного та розумового навантаження, студенти, гендерні особливості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Стаття є фрагментом планової науково-дослідної роботи факультету фізичного виховання і спорту Чорноморського національного університету ім. Петра Могили «Розробка та реалізація інноваційних технологій оцінки та корекції функціонального стану людини під час фізичного навантаження в спорті і реабілітації», № державної реєстрації 0117U007145.

Вступ. Період студентства – це центральний період становлення людини, формування його індивідуальності, час появи різних інтересів, серед яких особливе значення приділяється професійним захопленням. Однак, не варто нехтувати тим, що студентський вік – це також період завершення формування фізіологічних систем організму, адаптаційно-компенсаторних механізмів, життєстійкості. Саме життєстійкість допомагає людині в розвитку її фізичних і психічних можливостей, сприяє швидкій адаптації до нових умов навчально-пізнавальної та виробничої діяльності [1].

В останні роки в багатьох країнах світу спостерігається погіршення стану здоров'я дітей, підлітків та молоді. Особливо гостро це питання постає в Україні, що пов'язане з погіршенням політичної, економічної та екологічної ситуації, а також через нераціональне харчування та малорухливий спосіб життя сучасної молоді. Окреме місце посідає низький рівень мотивації здорового способу життя та культури здоров'я сучасної молоді, що пояснюється неправильним батьківським вихованням, а

сама, не прищепленням з раннього дитинства здорового способу життя та формування стійкої мотивації до занять спортом [2]. І як наслідок, можна спостерігати певну закономірність збільшення захворювань серцево-судинної системи, порушення постави, наявності вад опорно-рухового апарату різного характеру, погіршення функціональних резервів організму та зниження рівня фізичної підготовки тощо [3, 4]. За даними сучасних досліджень серцево-судинні захворювання є основною причиною смерті та інвалідності в осіб різного віку в всьому світі [5, 6].

Зокрема, в Україні спостерігається критична ситуація з рівнем фізичного здоров'я людей молодого віку. Близько 90 % дітей, учнів та студентів мають певні відхилення у здоров'ї, понад 50% молоді мають незадовільну фізичну підготовку, а низький та нижчий за середній рівень фізичного здоров'я належить 61% молоді у віці 16-19 років, 67,2% – у віці 20-29 років. Слід зазначити, що протягом останніх 5 років кількість учнівської та студентської молоді, яка була віднесена за станом здоров'я до спеціальної медичної групи збільшилась на 41% [4, 7, 8]. Такі особливості фізичного здоров'я сучасної української молоді неодмінно впливають на загальні тенденції стосовно рівня їх психічного здоров'я [7].

Результати досліджень [9] показали наявність гендерних відмінностей у психофізіологічному стані учнів та студентів, особливості їх динаміки протягом тривалого періоду навчання, а також визначені типи адаптації, характерні для учнів школи та студентів університету [9]. Також на основі досліджень було зроблено висновок, що у дітей, підлітків та юнаків швидкісні характеристики центрального оброблення інформації та функціональна рухливість нервових процесів поступово підвищуються та сягають максимального значення у віці 19-20 років [10].

Наші попередні дослідження рівня здоров'я студентів [11] показали, що низький фізичний розвиток, який визначався за силовим індексом, спостерігався у 80% обстежених студенток та 73% студентів. Проведена оцінка стану серцево-судинної системи та енергопотенціалу організму студентів за індексом Робінсона показала, що високі функціональні резерви мали лише 15-35% студентів, більш ніж у 50% студентів виявлено ознаки порушення в роботі досліджуваних систем. Оцінювання загального рівня здоров'я студентів за методикою Г. Л. Апанасенка показало, що його рівень вище середнього виявлено у $(8,0 \pm 2,5)\%$ студентів, а середній рівень мали $(48 \pm 4,6)\%$ студентів. Рівень здоров'я нижче середнього та низький спостерігався у $(44 \pm 4,5)\%$ випадків, причому практично у рівному відсотку у юнаків та дівчат.

Таким чином, високий рівень розумових та фізичних навантажень на організм студентів під час навчання потребує гарного розвитку адаптаційно-компенсаторних механізмів, стресостійкості, психологічної витривалості. З іншого боку, сучасні дослідження вказують на низький рівень здоров'я студентів та їх непристосованість до високого рівня навантажень, що визначає актуальність дослідження особливостей зміни функціонування серцево-судинної системи організму з метою розроблення заходів корекції несприятливих станів та підвищення рівня соматичного і психічного здоров'я.

Мета дослідження – визначення особливостей зміни показників варіабельності серцевого ритму студентів під впливом розумового та фізичного навантаження з урахуванням статі.

Матеріал та методи дослідження. У дослідженні взяли участь 128 студентів (65 чоловічої і 63 жіночої статі) віком 17-25 років. Студенти навчалися у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили.

У всіх студентів було визначено показники варіабельності серцевого ритму у стані спокою, після розумового і фізичного навантаження за короткими записами кардіосигналу (2 хвилини), одержаними за допомогою ритмографа «МПФИ ритмограф-1» та програмного забезпечення EasyHRV (ТОВ «АС-ТЕР-АЙТІ», Харків). Визначалися частота серцевих скорочень (ЧСС), RMSSD – квадратний корінь з суми різниць послідовного ряду кардіоінтервалів; показник pNN50, який дорівнює відношенню кількості пар кардіоінтервалів з різницею більше 50 мс у % до загальної кількості кардіоінтервалів; Moda – значення RR-інтервалу, який найчастіше зустрічається, та AMo – амплітуда моди – кількість інтервалів, що відповідають моді; deltaX – варіаційний розмах; ІН – індекс напруження; ІВР – індекс вегетативної рівноваги; ВПР – вегетативний показник ритму; ПАПР – показник адекватності процесів регуляції. З частотних показників ВСР визначалися: TP – загальна потужність спектру; VLF – потужність хвиль дуже низької чистоти, LF – потужність спектру низькочастотної компоненти, HF – потужність спектру високочастотної компоненти; LF/HF – співвідношення середніх значень низькочастотної та високочастотної компоненти спектру ВСР [12].

У якості розумового навантаження було використано методіку Кривоносова М. В. зі співавт. (2001) [13, 14], яка полягала у відшукуванні та виділенні певної літери в тестових таблицях, які склалися зі стандартних блоків. Час роботи становив 20-25 хвилин.

Фізичне навантаження аеробного характеру полягало у проходженні дистанції 2000 м на гребному тренажері Concept-2 протягом 10 хвилин.

Усі досліді проводили у відповідності до Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку з застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р., і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 р.). З усіма учасниками підписували «Інформовану згоду», в якій коротко наведені основні етапи дослідження.

Оброблення результатів досліджень проведено з використанням дескриптивної статистики, непараметричних критеріїв Манна-Уїтні, Вілкоксона.

Результати дослідження. У всіх студентів, які брали участь у дослідженнях, в стані спокою, після розумового та фізичного навантаження було визначено показники ВСР. У **табл.1** наведено статистичні та часові показники ВСР у студентів обох статей. У стані спокою та після розумового навантаження у досліджуваних групах було 65 хлопців та 63 дівчини. Вплив фізичного навантаження на ВСР було визначено у групах по 45 осіб обох статей.

За даними **табл.1** можна зазначити, що у стані спокою практично усі статистичні та часові показники ВСР хлопців і дівчат знаходяться у межах вікових норм. Розумове навантаження не призвело до достовірного погіршення досліджуваних показників. Більшість показників як і раніше знаходяться у межах вікових норм. Це може бути пояснене тим, що розумова діяльність є звичайною для студентів, у них на неї сформовано стереотип реакції, що підтверджується сталими значеннями показників ВСР.

Зовсім інша картина спостерігається після фізичного навантаження. У студентів обох статей достовірно змінилися усі показники ВСР. Так, ЧСС достовірно зросла на 33% понад верхню межу норми у обох групах. SDNN та RMSSD майже у

Таблиця 1 – Значення статистичних та часових показників ВСР студентів до та після навантаження (Me; 25%, 75%)

Показники	Хлопці (n=65)		Хлопці (n=45)	Вікові норми
	До навантаження	Після розумового навантаження	Після фізичного навантаження	
ЧСС, уд/хвил.	85,3 (74,3; 95,1)	86,5 (78,1; 93,3)	120,1 (111,8; 128,9)* Z=5,4 ; p=0,00000	60-90
RRNN, мс	703,2 (630,8; 807,6)	694 (642,9; 768,3)	499,6 (465,3; 536,9)* Z=5,2; p=0,00000	700-900
SDNN, мс	50,5 (40,3; 66,6)	56,5 (42,0; 65,1)	15,1 (8,8; 30,2)* Z=5,0; p=0,000001	60-70
RMSSD, мс	28,08 (20,72; 39,86)	27,61 (18,11; 38,38)	4,95 (3,09; 9,98)* Z=4,6; p=0,000004	30-60
pNN50, %	6,4 (2,1; 19,3)	5,8 (1,8; 12,3)	0 (0; 0,5)* Z=3,7; p=0,000205	7,0±2,0
Moda, мс	725 (625; 825)	675 (625; 775)	525 (475; 525)* Z=4,7; p=0,000003	670-900
AM0, %	38,1 (31,4; 47,5)	37,7 (30,2; 47,0)	74,2 (52,7; 93,3)* Z=5,4; p=0,000000	30-50
deltaX, мс	300 (200; 350)	300 (250; 350)	100 (100; 200)* Z=5,0; p=0,000001	150-310
Дівчата (n=63)			Дівчата (n=45)	
ЧСС, уд/хвил.	86,8 (80,7; 94,6)	88,2 (81,7; 96,8)	118,9 (108,8; 132,6)* Z=4,2; p=0,000032	60-90
RRNN, мс	691,4 (634,5; 743,4)	680,6 (619,9; 734,1)	504,5 (452,6; 551,3)* Z=4,4; p=0,000014	700-900
SDNN, мс	53,8 (42,6; 61,0)	46,8 (37,8; 62,2)	17,2 (11,5; 29,1)* Z=5,2; p=0,000000	60-70
RMSSD, мс	32,75 (23,83; 43,34)	26,72 (18,03; 39,35)	5,07 (3,19; 15,51)* Z=5,6; p=0,000000	30-60
pNN50, %	8,8 (3,4; 18,7)	6,0 (1,7; 16,9)	0 (0; 1,1)* Z=5,4; Z=4,8; p=0,000001	7,0±2,0
Moda, мс	675 (625; 775)	675 (625; 725)	525 (475; 525)* Z=4,3; p=0,000019	670-900
AM0, %	38,1 (31,3; 47,5)	41,5 (33,8; 50,3)	59,2 (51,4; 85,3)* Z=4,7; p=0,000002	30-50
deltaX, мс	300 (250; 350)	250 (200; 350)	100 (100; 200)* Z=5,0; p=0,000001	150-310

Примітка: * – відмінності у значеннях показника у стані спокою та після фізичного навантаження достовірні за критерієм Вілкоксона

чотири рази нижчі за нижню межу норми, що вказує на зменшення варіабельності серцевого ритму і відповідно на низькі адаптаційно-компенсаторні можливості організму студентів. Аналогічно не відповідають віковим нормам й інші часові та статистичні показники студентів.

У **табл. 2** наведено результати дослідження інтегральних показників ВСР, які характеризують особливості регуляції серцево-судинної системи.

За даними **табл. 2** можна зазначити, що всі показники, окрім ВПР, у обох досліджуваних групах

у стані спокою та після розумового навантаження знаходилися у межах вікових норм, що вказує на баланс дії симпатичної та парасимпатичної нервової систем. Після фізичного навантаження у обох гендерних групах показники достовірно змінилися. Так, ІВР перевищив верхню межу норми на 90% у хлопців та на 71% – у дівчат. ВПР та ПАПР у обох групах перевищили верхню межу норми практично удвічі. Особливу увагу необхідно звернути на зростання індексу напруження (ІН), який збільшився в хлопців у 7 разів, порівнюючи з вихідним станом, а дівчат – більш ніж у 5 разів та перевищив верхню межу норми більш ніж у 4-5 разів. Одержані зміни інтегральних показників ВСР студентів обох статей вказують на централізацію механізмів регуляції ритму серця, зниження впливу автономного контуру та синусового вузла, збільшення активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Посилення впливу симпатичної нервової системи на регуляцію ритму серця під впливом фізичного навантаження вказує на гіперадаптивну реакцію, яка є проявом дистрес-синдрому та стану напруження адаптаційно-компенсаторних механізмів.

Важливу інформацію про стан серцево-судинної системи надають спектральні показники ВСР (табл. 3).

ТР – інтегральний показник, який відображає активність нейрогуморальних впливів на серцевий ритм, та представляє собою суму потужностей HF, LF, VLF та ULF. У стані спокою у обох групах цей показник дещо нижчий за норму. Після розумового навантаження у хлопців він дещо підвищився та увійшов у межі норми, у дівчат збереглися

Таблиця 2 – Значення інтегральних показників студентів до та після навантаження (Me; 25%, 75%)

Показники	Хлопці (n=65)		Хлопці (n=45)	Вікові норми
	До навантаження	Після розумового навантаження	Після фізичного навантаження	
ІВР, %/с	132,9 (80,6; 229,2)	125,5 (93,8; 197,8)	571,1 (341,1; 933,0)* Z=5,6; p=0,000000	100-300
ВПР, 1/с ²	4,9 (3,8; 7,0)	4,9 (3,9; 6,4)	19,1 (10,5; 21,1)* Z=5,6; p=0,000000	7,1-9,3
ПАПР, %/с	54,7 (38,9; 71,9)	50,0 (41,2; 75,2)	141,4 (97,9; 196,0)* Z=5,6; p=0,000000	35-70
ІН, %/с ²	94,0 (52,6; 177,2)	86,9 (60,5; 151,1)	647,6 (327,9; 982,1)* Z=5,6; p=0,000000	70-140
Дівчата (n=63)			Дівчата (n=45)	
ІВР, %/с	138,4 (95,9; 190,9)	144,6 (104; 224)	513,5 (282,7; 802,6)* Z=5,0; p=0,000001	100-300
ВПР, 1/с ²	5,3 (3,9; 7,0)	5,4 (4,4; 7,4)	17,4 (9,5; 21,1)* Z=4,9; p=0,000001	7,1-9,3
ПАПР, %/с	58,3 (43,2; 76,7)	61,7 (45,2; 82,8)	129,9 (97,0; 174,6)* Z=4,6; p=0,000005	35-70
ІН, %/с ²	100,9 (65,1; 168,2)	112,8 (71,3; 188,5)	541,5 (251,2; 862,4)* Z=4,9; p=0,000001	70-140

Примітка: * - відмінності у значеннях показника у стані спокою та після фізичного навантаження достовірні за критерієм Вілкоксона

Таблиця 3 – Значення спектральних показників ВСР студентів до та після навантаження (Me; 25%, 75%)

Показники	Хлопці (n=65)		Хлопці (n=45)	Вікові норми
	До навантаження	Після розумового навантаження	Після фізичного навантаження	
ТР, мс ²	1756 (1143; 2677)	2140 (1253; 2657)	224 (78; 691)* Z=4,8; p=0,000001	1937-4590
VLF, мс ²	594 (401; 1130)	595 (330; 1009)	170 (42; 372)* Z=4,0; p=0,000063	310-1117
LF, мс ²	776 (462; 1316)	938 (540; 1470)	56 (24; 186)* Z=5,0; p=0,000001	448-1058
HF, мс ²	249 (141; 430)	214 (129; 476)	8 (4; 42)* Z=4,8; p=0,000001	95-486
LF/HF	2,8 (1,8; 4,7)	3,7 (2,1; 5,6)	3,7 (3,4; 9,9)* Z=4,9; p=0,000234	0,5-4,2
Дівчата (n=63)			Дівчата (n=45)	
ТР, мс ²	1684 (1269; 2338)	1609 (937; 2381)	281 (141; 701)* Z=4,3; p=0,000015	1937-4590
VLF, мс ²	469 (270; 840)	571 (266; 934)	145 (68; 311)* Z=2,3; p=0,020364	310-1117
LF, мс ²	709 (443; 1137)	649 (378; 1038)	84 (39; 345)* Z=5,4; p=0,000000	448-1058
HF, мс ²	346 (183; 564)	253 (137; 477)	15 (5; 107)* Z=5,6; p=0,000000	95-486
LF/HF	2,4 (1,2; 3,2)	2,4 (1,4; 4,9)	5,1 (2,6; 6,9)* Z=3,9; p=0,000092	0,5-4,2

Примітка: * - відмінності у значеннях показника у стані спокою та після фізичного навантаження достовірні за критерієм Вілкоксона

його знижені значення. Фізичне навантаження призвело до його достовірного зниження у хлопців у 9 разів, у дівчат – у 8, що підтверджує гіперадаптивну реакцію на навантаження та свідчить про низькі адаптаційно-компенсаторні можливості організму студентів. Цей висновок підтверджує достовірне зниження показників: VLF у два рази у порівнянні з нормою, LF у 5-8 разів, HF – у 6-11 разів.

Обговорення отриманих результатів. Діапазон адаптаційних можливостей організму, в основі яких лежать пристосувальні властивості фізіологічних систем, що забезпечують їх високу надійність, нормальну життєздатність і стійкість, є надзвичайно важливим показником [15]. Аналіз варіабельності серцевого ритму - це сучасна методологія дослідження та оцінки стану регуляторних систем організму, зокрема функціонального стану різних відділів вегетативної нервової системи [16]. За ступенем напруження регуляторних механізмів можна судити про адаптаційні можливості всього організму. Важливе значення при оцінці результатів досліджень має порівняння отриманих даних з показниками норми. Зазвичай норма є статистичною сукупністю значень показників, отриманих при обстеженні референтної групи спеціально відібраних здорових людей [17].

Чисельні дослідження останніх років підтвердили високу інформативність показників ВСР для виявлення особливостей адаптації осіб молодого віку та різної статі до фізичних навантажень [18, 19, 20].

Інтерес до дослідження ВСР за різних видів діяльності зумовлений погіршенням рівня здоров'я сучасної молоді, помолодшенням хвороб «цивілізації», до яких відноситься патологія серцево-судинної системи. Проведені нами дослідження показали, що показники ВСР студентів різної статі у стані спокою у більшості знаходяться у межах вікових норм. Розумове навантаження мало впливає на значення показників, що підтверджує наявність певного стереотипу реакції на подібне навантаження. Відсутність достовірних змін вказує на економне функціонування систем, які забезпечують такий вид діяльності. Отримані нами дані відрізняються від результатів інших авторів [21], якими було виявлено достовірні зміни показників ВСР під впливом розумового навантаження у тренуваних спортсменів силової спрямованості та у нетренуваних студентів.

Найбільший вплив на показники ВСР студентів обох статей було виявлено після фізичного навантаження. Всі показники ВСР достовірно змінилися та вийшли за межі вікових норм. Це вказує на низькі можливості адаптаційно-компенсаторних механізмів сучасних студентів, що підтверджується і в інших дослідженнях [22].

Наші попередні дослідження [11] виявили достатньо низький рівень здоров'я сучасної молоді

та силових можливостей не тільки дівчат, але й хлопців, що потребує підвищеної уваги до способу їх життя, профілактики погіршення функціонального стану, розроблення реабілітаційних заходів.

Одержані нами результати вказують на низькі адаптаційно-компенсаторні можливості організму студентів. За даними сучасних досліджень особи з низькою енергетикою спектральних показників, а також зниженою варіабельністю RR-інтервалів та підвищеним ІН відповідають на навантаження гіперадаптивною реакцією та станом передчасного стомлення [23, 24, 25, 26, 27]. При низьких пристосувальних можливостях відбувається посилення діяльності симпатичної нервової системи, що є ознакою високих енергозатрат регуляторних систем організму на підтримання гомеостазу.

Одержані результати вказують на необхідність розроблення та впровадження у повсякденне життя сучасної молоді реабілітаційних заходів, які дозволять підвищити рівень здоров'я, витривалість функціональних систем організму, запобігти виникненню патології.

На основі проведених досліджень можна зробити такі **висновки**:

1. У стані спокою та після розумового навантаження показники ВСР студентів обох статей знаходяться у межах вікових норм, що вказує на сформованість механізмів адаптації до такої діяльності.
2. Фізичне навантаження призвело до достовірного погіршення стану серцево-судинної системи студентів, що підтверджується достовірним зниженням відносно нижньої межі норми показників SDNN та RMSSD (майже у чотири рази); збільшенням ІВР (понад верхню межу норми на 90% у хлопців та на 71% – у дівчат); перевищенням верхньої межі норми удвічі показниками ВПР та ПАПР; зростанням індексу напруження у хлопців у 7 разів, у дівчат – більш ніж у 5, що призвело до перевищення верхньої межі норми більш ніж у 4-5 разів; зниженням загальної потужності спектру кардіосигналу у хлопців у 9 разів, у дівчат – у 8 разів; потужності спектру дуже низьких частот у два рази, низьких частот у 5-8 разів, високих частот – у 6-11 разів.
3. Низька енергетика спектральних показників, а також зниження варіабельності кардіоінтервалів та підвищення індексу напруження є проявами гіперадаптивної реакції на навантаження та свідчить про низькі адаптаційно-компенсаторні можливості організму студентів, що потребує запровадження реабілітаційних заходів.

Перспективою подальших досліджень є розроблення та випробування реабілітаційних заходів, спрямованих до підвищення адаптаційно-компенсаторного потенціалу студентів.

References

1. Kabanchenko EA. Psikhologicheskie osobennosti razvitiya tsennostey v yunosheskom vozraste (studentchestve) [Psychological features of the development of values in adolescence (students)]. *Eksperymentalnye i teoreticheskie issledovaniya v sovremennoy nauke: sb st po mater VIII mezhdunar nauch-prakt konf.* 2017; 8(8): 44. [Russian]
2. Maksymova KV. Monitorynh stanu somatychnoho zdorovia studentok pershykh kursiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv m. Kharkova [Monitoring of the state of somatic health of first-year students of higher educational institutions of Kharkiv]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Internauka».* 2017; 7(29): 30-34. [Ukrainian]
3. *Zahalna teoriia zdorovia ta zdoroviazberezhennia* [General theory of health and preservation of health]. Kolektyvna monohrafiia. Ed by prof YuD Boichuk. Kharkiv: Vyd-vo Rozhko SH; 2017. 488 s. [Ukrainian]
4. Kucher TV. Riven fizychnoho zdorovia studentiv humanitarno-pedahohichnoi akademii [The level of physical health of students of the Humanitarian-Pedagogical Academy]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia.* 2012; 2: 74-77. [Ukrainian]
5. Bartlova S, Tothova V, Chloubova I, Sedova L, Olisarova V, Michalkova H, et al. The quality of health of the Czech population at the age of 40+ using the Short Form – 36 (SF-36) questionnaire. *Kontakt / Journal of nursing and social sciences related to health and illness.* 2020; 22(1): 16-26. doi: 10.32725/kont.2020.003
6. Brandao MP, Pimentel FL, Cardoso MF. Impact of academic exposure on health status of university students. *Revista de Saúde Pública.* 2011; 45(1): 49-58. doi: 10.1590/S0034-89102011000100006
7. Peretiatio LH, Teslenko MM. Doslidzhennia osoblyvosti psykhichnoho zdorovia studentiv u zakladakh vyshchoi osvity riznoho spriamuvannia. *Psykhohiia i osobystist.* 2018; 2(14): 108-120. doi: 10.5281/zenodo.1342343 [Ukrainian]
8. Pantik V. Analysis of somatic health state of students at Lesya Ukrainka Eastern European National University. *Fizychnye vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi.* 2017; 2(38): 121-126. doi: 10.29038/2220-7481-2017-02-121-126
9. Kokun O, Korobeynikov G, Mytskan B, Cynarski WJ, Korobeinikova L. Applied aspects of improving pupils' and students' adaptive capacity. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology.* 2019; 19(3): 38-45. doi: 10.14589/ido.19.3.5
10. Makarenko MV, Lyzohub VS, Kozhemiako TV, Chernenko NP. Vikovi osoblyvosti shvydkosti tsentralnoi obrobky informatsii u osib z riznym rivnem funktsionalnoi rukhlyvosti nervovykh protsesiv [Age features of the central information processing speed in persons with different levels of functional mobility of nervous processes]. *Fiziologichnyi zhurnal.* 2011; 57(1): 88–93. [Ukrainian] doi: 10.15407/fz57.01.088
11. Kochyna ML, Bila AA. Rezultaty otsiniuvannia rivnia somatychnoho zdorovia studentiv riznoho viku [Results of Evaluation of Somatic Health Level in Students of Different Age]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu.* 2020; 2(24): 235-242. [Ukrainian] doi: 10.26693/jmbs05.02.235
12. Adamovych RH, Maier VYa, Minenko OV, Kurasa HO, Tvelina AO, Bila AA. Rezultaty otsinky funktsionalnoho stanu sportsmeniv, yaki zaimaiutsia rukopashnym boiem z povnym kontaktom, za pokaznykamy variabelnosti sertsevoho rytmu [Results of the Functional State Evaluation in Athletes engaged in Hand-to-Hand Combat with Full Contact according to the Heart Rate Variability Indices]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu.* 2018; 7(16): 247-253. [Ukrainian] doi: 10.26693/jmbs03.07.247
13. *Patent 43719A Ukraine, MPK A61V10/00. Sposib diahnostryky informatsiinoho navantazhennia drukovanykh vydan dlia ditei ta pidlitkiv [Method of Diagnosis of Information Load of Printed Publications on the Children and Adolescents] / Kryvonosov MV, Podrigalo LV, Kochyna ML, Yavorskyi OV, Maslova NM. (UA); zayavnik i vlasnik patentu Kharkiv State Medical University (UA). № 2001063812; zayavl 06.06.2001; opubl 17.12.2001. Byul № 11. [Ukrainian]*
14. Yevtushenko AS. *Informatsiine zabezpechennia otsiniuvannia funktsionalnoho stanu liudyny za umov pidvyshchennykh zorovykh navantazhen* [Information support for assessing the functional state of a person under conditions of increased visual loads]. Abstr. PhDr. (Med.). Kyiv; 2017. 233 s. [Ukrainian]
15. Ushakov YB, Orlov OY, Baevskyy RM. Novye tekhnologyy otsenky zdorovya u praktychesky zdorovykh lyudey [New technologies for assessing health in practically healthy people]. *Rossyyskyy fizyologicheskyy zhurnal ymeny YM Sechenova.* 2013; 99(3): 313-319. [Russian]
16. Camm AJ, Malik M, Bigger JT. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Members of the Task Force. *Eur Heart J.* 1996; 17(3): 354-81.
17. Shlyk NY. *Serdechnyy rytm y typ regulyatsyy u detey, podrostkov y sportsmenov* [Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes]. Monografiya. Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskyy unyversytet»; 2009. 255 s. [Russian]
18. Finkelstein J, Jeong IC. Using heart rate variability for automated identification of exercise exertion levels. *Stud Health Technol Inform.* 2015; 208: 137-41.

19. Voss A, Schroeder R, Fischer C. Influence of age and gender on complexity measures for short term heart rate variability analysis in healthy subjects. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2013; 07/2013: 5574-77. doi: 10.1109/EMBC.2013.6610813
20. Bosenko AI Topchii MS. Stan mekhanizmiv rehuliatcii sertsevoho rytmu studentiv molodshykh kursiv fakultetu fizychnoho vykhovannia pry vykonanni dozovanoho fizychnoho navantazhennia za zamknytom tsyklom [The state of the mechanism of heart rate regulation of junior students of the Faculty of Physical Education when performing dosed physical activity in a closed cycle]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu*. 2017; 1: 11-18. [Ukrainian]
21. Kalenichenko OV, Kudii LI, Bezrukavyy RV. Zminy variabelnosti sertsevoho rytmu u studentiv-sportsmeniv z riznoiu spriamovanistiu trenovalnogo protsesu pry tryvalomu rozumovomu navantazhenni [Changes in heart rate variability in student-athletes with different orientation of the training process with prolonged mental load]. *Problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*. 2010; 12: 52-5. [Ukrainian]
22. Kolchyna OYu. Variabelnist sertsevoho rytmu u osib molodoho viku pry vazhkykh fizychnykh navantazhenniakh [Heart rate variability in young people during heavy exercise]. *Ukrainskyi medychnyi almanakh*. 2011; 14(3): 82-5. [Ukrainian]
23. Baevskyy RM. Analiz varyabelnosti serdechnogo rytma: ystoryya y fylosofiya, teoriya y praktyka [Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice]. *Klynicheskaya ynformatyka y telemedytsyna*. 2004; 1: 54-6. [Russian]
24. Baevskyy RM, Yvanov GG. Varyabelnost serdechnogo rytma: teoretycheskiye aspekty y vozmozhnosti klynicheskogo prymerenyya [Heart rate variability: theoretical aspects and clinical potential]. *Ultrazvukovaya y funktsyonalnaya dyagnostyka*. 2001; 3: 108-27. [Russian]
25. Baevskyy RM, Ivanov GG, Chyreykyn LV, Gavrylushkyn AP, Dovgalevskyy PYa, II, i dr. Analiz varyabelnosti serdechnogo rytma pry yspolzovanny razlychnykh elektrokardiyografycheskykh system (metodycheskiye rekomendatsyy) [Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (guidelines)]. *Vestnyk arytmologyy*. 2001; 24: 65-87. [Russian]
26. Alvani AR. *Kontrol khronichnoho stomlennia u vysokokvalifikovanykh sportsmeniv v riznykh vydakh sportu* [Control of chronic disease in high-grade athletes in other sports]. Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport.). Kyiv; 2017. 26 s. [Ukrainian]
27. Kryvoruchenko EV. Varyabelnost serdechnogo rytma v praktyke sportyvnoy medytsyny y sportyvnoy podgotovky: obzor nauchnoy lyteratury [Heart rate variability in the practice of sports medicine and sports training: a review of scientific literature]. *Sportyvna medytsyna*. 2006; 1: 41-5. [Russian]

УДК 612.172-057.875:[612.825.8+796.015.6

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Кочина М. Л., Белая А. А., Бондаренко И. Г., Бондаренко О. В.

Резюме. Целью работы было определение особенностей изменения показателей вариабельности сердечного ритма студентов под влиянием умственной и физической нагрузки с учетом гендерных отличий. В статье представлены результаты исследования показателей вариабельности сердечного ритма 128 студентов (65 мужского и 63 женского пола) Черноморского национального университета имени Петра Могилы в возрасте 17-25 лет.

Во всех студентов были определены показатели вариабельности сердечного ритма в состоянии покоя, после умственной и физической нагрузки по коротким записям кардиосигнала (2 минуты), полученными с помощью ритмографа «МПФИ ритмограф-1» и программного обеспечения EasyHRV (ООО «АСТЕР-АЙТИ», Харьков). В качестве умственной нагрузки были использованы корректурные пробы по методике Кривоносова Н. В. с соавт. (2001), которая заключалась в отыскании и выделении определенной буквы в тестовых таблицах в течение 20-25 минут. Физическая нагрузка аэробного характера состояла в прохождении дистанции 2000 м на гребном тренажере Concept-2 в течение 10 минут.

Обработка результатов исследований проведена с использованием дескриптивной статистики и непараметрических критериев.

Полученные результаты исследований показали, что в состоянии покоя практически все статистические и временные показатели вариабельности сердечного ритма студентов находятся в пределах возрастных норм. Умственные нагрузки не привели к достоверному ухудшению показателей, которые исследовались, что свидетельствует о сложившемся стереотипе его реакции. Физическая нагрузка привела к достоверному ухудшению состояния сердечно-сосудистой системы студентов, что подтверждается достоверным снижением относительно нижней границы нормы показателей SDNN и RMSSD

(почти в четыре раза) увеличением индекса вегетативного равновесия (выше верхней границы нормы на 90% у парней и на 71% – у девушек) превышением верхней границы нормы вдвое показателя вегетативного ритма и показателя адекватности процессов регуляции; ростом индекса напряжения у парней в 7 раз, у девушек - более чем в 5, что привело к превышению верхнего предела нормы более чем в 4-5 раз; снижением общей мощности спектра кардиосигнала у парней в 9 раз, у девушек – в 8 раз; мощностью спектра очень низких частот в два раза, низких частот в 5-8 раз, высоких частот – в 6-11 раз.

Низкая энергетика спектральных показателей, а также снижение вариабельности кардиоинтервалов и повышение индекса напряжения являются проявлениями гиперадаптивной реакции на нагрузку и свидетельствуют о низких адаптационно-компенсаторных возможностях организма студентов, что требует введения реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, влияние физической и умственной нагрузки, студенты, гендерные особенности.

UDC 612.172-057.875:[612.825.8+796.015.6

Features of Change of Students 'Heart Rate Variability Indicators under the Influence of Mental and Physical Load

Kochyna M. L., Bila A. A., Bondarenko I. G., Bondarenko O. V.

Abstract. The high level of mental and physical training loads on the body of students requires a good development of adaptive-compensatory mechanisms, stress resistance, psychological endurance. On the other hand, modern research indicates the low level of health of students and their maladaptation to high levels of stress, which determines the relevance of the study of changes in the functioning of the cardiovascular system to develop measures to correct adverse conditions and improve physical and mental health.

The purpose of the work was to determine the features of changes in heart rate variability of students under the influence of mental and physical activity, taking into account gender characteristics.

Material and methods. The article presents the results of a study of heart rate variability of 128 students (65 male and 63 female) of the Petro Mohyla Black Sea National University aged 17-25 years. All students had indicators of variability of resting heart rate, after mental and physical activity on short recordings of the cardio signal (2 minutes), obtained with the help of rhythm "MPFI rhythmograph-1" and EasyHRV software (LLC "ASTER-IT", Kharkiv). We used the proofreading method by Kryvonosov M. V. et al. (2001), which consisted of finding and selecting a specific letter in test tables for 20-25 minutes. Aerobic exercise consisted of running a distance of 2000 m on a rowing machine Concept-2 for 10 minutes. The research results were processed using descriptive statistics and non-parametric criteria.

Results and discussion. The results of research showed that at rest almost all statistical and temporal indicators of heart rate variability of boys and girls were within the age norms. Mental load did not lead to a significant deterioration of the indicators studied, which indicated the stereotype of reaction. Exercises led to a significant deterioration in the cardiovascular system of students, as evidenced by a significant decrease relative to the lower limit of the norm of SDNN and RMSSD (almost four times); increase in the index of autonomic balance (above the upper limit of the norm by 90% for boys and 71% for girls); exceeding the upper limit of the norm twice with the indicators of vegetative rhythm and regulatory processes adequacy; an increase in the stress index of boys by 7 times and more than 5 times for girls, which led to exceeding the upper limit of the norm by more than 4-5 times; reduction of the total power of the cardio signal spectrum in boys by 9 times, and by 8 times in girls; power of the spectrum of very low frequencies twice, low frequencies by 5-8 times, high frequencies by 6-11 times.

Conclusion. Low energy spectral parameters, as well as reducing the variability of cardio intervals and increasing the stress index are manifestations of hyperadaptive response to exercise and indicate low adaptive capacity of students, which requires the introduction of rehabilitation activities.

Keywords: heart rate variability, influence of physical and mental load, students, gender features.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 23.09.2020 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування