

## СТАН МЕХАНІЗМІВ РЕГУЛЯЦІЇ СЕРЦЕВОГО РИТМУ СТУДЕНТІВ МОЛОДШИХ КУРСІВ ФАКУЛЬТЕТУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ ДОЗОВАНОГО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЗА ЗАМКНУТИМ ЦИКЛОМ

*Вивчено динаміку показників кардіоритму у студентів першого та другого курсів факультету фізичного виховання при виконанні дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом. Ритм серцевих скорочень аналізувався за допомогою програми «Caspico» (Коваленко С. О., 2005), в основі якої лежав метод математичного аналізу, або варіаційної пульсометрії Р. М. Баєвського. Виявлено, що на навантаження за замкнутим циклом у студентів молодших курсів факультету фізичного виховання відмічалася значна напруга регуляторних механізмів серцевого ритму, яка, в той же час, не досягала граничних меж і може розцінюватися як оптимальна для даної потужності навантаження.*

*Ключові слова:* серцевий ритм, механізми регуляції, варіаційна пульсометрія, фізичне навантаження, студенти.

**Постановка проблеми.** Дослідження серцево-судинної системи займають одне з основних місць в комплексі обстежень спортсмена. За характером адаптаційних зрушень, які визначаються при динамічних спостереженнях у стані відносного спокою (довготривала адаптація) та у відповідь на фізичне навантаження (термінова адаптація) можна судити про функціональний стан серцево-судинної системи і організму в цілому [1; 2].

Вивчення серцевої діяльності при різних рівнях рухової активності викликає неослабний інтерес у дослідників, оскільки серце є ефективним індикатором, здатним визначити потенційний рівень пристосованості організму. При оптимальній фізичній активності органи і системи працюють економічно, адаптаційні резерви великі, опірність організму до несприятливих умов висока [3; 4; 5].

Контроль за переносимістю фізичних навантажень у практиці фізичного виховання і спорту, як правило, ведеться за частотою серцевих скорочень без урахування того, що одна і та ж частота серцевих скорочень не завжди відображає дійсний стан серцево-судинної системи і може приховувати за собою різну ступінь напруги кардіорегуляторних систем. Тобто одній і тій же частоті серцевих скорочень можуть відповідати включення різних рівнів регуляторних систем, керуючих ритмом серця. Виходячи з цього, адаптивні реакції організму взагалі і, зокрема у спорті, необхідно вивчати не тільки за частотою серцевих скорочень, як у більшості досліджень, а і за станом регуляторних систем [6].

В даний час одним з найбільш популярних і інформативних методів експрес-оцінки функціонального стану різних ланок механізмів регуляції і організму в цілому є метод аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР). Зацікавленість до даного методу з часом зростає, і це свідчить про те, що він дійсно дозволяє отримувати важливу інформацію про функціональний стан і регуляторно-адаптивні можливості організму. Є велика кількість публікацій щодо практичного застосування методу аналізу ВСР в різних областях медицини, фізіології та спорті.

Таким чином, вищезазначене свідчить про актуальність досліджень щодо вивчення стану варіабельності ритму серця за різних умов впливу і особливо при заняттях фізичною культурою і спортом.

**Аналіз останніх публікацій.** До перших досліджень, у яких здійснювалася поточна довготривала реєстрація серцевого ритму, необхідно віднести роботи виконані

під керівництвом Р. М. Баєвського [7; 8] під час тренувань космонавтів та їх знаходження у космосі. У науковій літературі є дані щодо особливостей показників ВСР у стані спокою [9, 10], зустрічаються поодинокі відомості стосовно впливу дозованих фізичних навантажень [11]. Є роботи, в яких описано стан механізмів регуляції кардіоритму у дітей на граничні навантаження [12]. Але обмаль досліджень щодо змін показників серцевого ритму на реверсі навантаження, яке змінюється за замкнутим циклом, коли ЧСС досягає 150-155 ударів на хвилину. Адаже за умов дослідження, частота серцевих скорочень на вершині потужності роботи мала бути однаковою у всіх обстежених, проте індекс напруги регуляторних систем міг варіювати в великих діапазонах. Дослідження стану механізмів регуляції серцевого ритму безпосередньо під час виконання м'язової роботи є складним за технічними умовами процес. Необхідно виконати ряд вимог щодо запобігання накладання на запис в першу чергу електричних сітєвих (220 В) та м'язових наведень, які ускладнюють реєстрацію та аналіз кардіоритму. Це обумовило недостатню кількість подібних експериментальних робіт та обмаль публікацій щодо цього у науковій продукції.

**Мета дослідження:** вивчити динаміку механізмів регуляції серцевого ритму юнаків – студентів молодших курсів факультету фізичного виховання під впливом дозованих фізичних навантажень за замкнутим циклом.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

1. Вивчити стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання у різні етапи м'язової діяльності.
2. Визначити швидкість відновлення стану механізмів регуляції кардіоритму після фізичного навантаження.

#### **Матеріали та методи.**

Дослідження проводилось в лабораторії вікової фізіології спорту імені професора Т. Н. Цоневої кафедри біології і основ здоров'я Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського. Тема дослідження входить до тематики науково-дослідної роботи кафедри «Адаптація дітей і молоді до навчальних та фізичних навантажень (юнаки 17-21 років)», номер державної реєстрації 0114U007158.

В обстеженнях прийняли участь 32 студента першого курсу, які повторно обстежувалися на другому курсі навчання.

Фізичне навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) здійснювалося за методикою Д. М. Давиденко зі співавторами [13, 14] на електромеханічному велоергометрі ВЕД-12 в спеціальній екранованій і звукоізолюваній камері. Для контролю частоти педалювання і величини потужності велоергометр був обладнаний пультом керування, який знаходився поза межами звукоізолюваної камери. Суть тестування полягає в рівномірному збільшенні навантаження (33 Вт на хвилину) до досягнення частоти серцевих скорочень 150-155 ударів на хвилину з подальшим зниженням потужності роботи до нуля.

Ритм серцевих скорочень вивчали за допомогою програми «Caspico» (Коваленко С. О., 2005) у режимі MS DOS [15]. На грудну клітку накладали кардіодатчик Т31 (Polar Electro OU, Finland), який формував імпульси тривалістю 8 мс на вершині комплексу QRS. Ці імпульси телеметрично сприймались пульсометром А1 (Polar Electro OU, Finland) та передавались на компаратор з гальванічною розв'язкою 5 кВ, що замикав контакти на LPT порту комп'ютера. Точність реєстрації – 1 мс.

Кардіоінтервалограми реєстрували в стані відносного м'язового спокою (до навантаження), в момент реверсу (ЧСС складала 150-155 ударів на хвилину), на першій та на п'ятій хвилині відновлення.

Стан механізмів регуляції серцевого ритму у досліджуваних періодах визначали за методом Р. М. Баєвського (1979), відомого під назвою математичного аналізу або

варіаційної пульсометрії, що відображає стан як автономного, так і центрального контурів управління серцевої регуляції. Розраховувалися наступні показники: мода ( $M_o$ , с), амплітуда моди ( $AM_o$ , %), варіаційний розмах ( $\Delta X$ , с), індекс напруги регуляторних систем ( $PH=AM_o/2*M_o*\Delta X$ , у. о.), індекс вегетативної рівноваги ( $AM_o/\Delta X$ , у.о), активність адренергічних або холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції ( $M_o/\Delta X$ , у.о) та інші критерії.

Статистична обробка отриманих даних проводилась за допомогою загальноприйнятих методів математичного аналізу [16, 17].

### Результати та обговорення

Виконання фізичних навантажень закономірно супроводжується активацією симпатичного відділу вегетативної нервової системи і центральних контурів регуляції серцевого ритму, в результаті чого стабілізується ритм серця, зменшується варіативність тривалості кардіоінтервалів. Слід відмітити, що реверс – поворот потужності навантаження – за умовами методики тестування здійснювався при однаковій для всіх оптимальній частоті серцевих скорочень у 150-155 ударів на хвилину. В дійсності середньогруповий пульс реверсу в наших обстеженнях для обох груп I і II курсів достовірно не відрізнявся і складав  $151,97 \pm 0,73$  та  $152,0 \pm 0,98$  уд/хв. Однак, при однаковій екстракардіальній фізіологічній «ціні» спостерігались істотні зміни функціонального стану механізмів регуляції ритму серця.

Першою особливістю отриманих результатів виявилось недостовірне різні значення показників фізичної працездатності. В середньому студенти молодших курсів факультету фізичного виховання здійснювали велоергометричне педалювання на протязі близько 14 хв. (Т загальне) при середній потужності навантаження у 113-120 Вт. За таких умов вони виконали фізичну роботу (А загальна) у 106 (I курс) і 96 (II курс) кДж та досягли потужності реверсу ( $W_{рев}$ ) 238,6 і 227,0 Вт, відповідно (табл. 1). Отримані результати свідчать про недостовірне ( $p > 0,05$ ) превалювання у показниках фізичної працездатності студентів I курсу, що свідчить як найменше про нестабільність рівня фізичного стану другокурсників або його погіршення у окремих обстежених. Відносні, на кг маси тіла, значення показників працездатності підтверджують висловлену думку.

**Таблиця 1**

Фізична працездатність студентів молодших курсів факультету фізичного виховання, за даними тестування з реверсом (юнаки 17-19 років)

Показники \ Курс	1 курс ( $M \pm m$ ) n = 32	2 курс ( $M \pm m$ ) n = 32
$W_{рев}$ , Вт	$238,63 \pm 6,53$	$226,97 \pm 7,05$
$W_{рев}$ , Вт / кг	$3,31 \pm 0,13$	$3,06 \pm 0,09$
Т загальне, хв.	$14,46 \pm 0,40$	$13,76 \pm 0,33$
Маса тіла, кг	$72,75 \pm 1,32$	$74,66 \pm 1,37$
А загальна, кДж	$106,2 \pm 5,31$	$96,31 \pm 6,29$

Зміни стану регуляторних механізмів ритму серця на вершині потужності навантаження виражались в укороченні в 1,9 разів кардіоінтервалів у студентів першого курсу та у 2,1 рази – у юнаків другого року навчання в порівнянні зі станом спокою (табл. 2).

Більш виражена централізація рівня керування серцевим ритмом при виконанні фізичного навантаження за замкнутим циклом відмічалася у студентів другого курсу і відбувалася внаслідок значного підвищення активності симпатичного відділу

вегетативної нервової системи та адренергічного каналу регуляції на фоні зменшення впливу парасимпатичного відділу ВНС та холінергічного каналу регуляції на діяльність серця порівняно з юнаками першого року навчання. Так, якщо на реверсі навантаження показник активності симпатичного відділу ВНС (АМо) збільшився у юнаків першого курсу в 2,95 рази і становив 58,31 %, то на другому курсі у цих студентів АМо зростав у 3,1 рази і складав, відповідно 58,38 % ( $p > 0,05$ ).

Таблиця 2

Динаміка показників варіабельності серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання на дозоване фізичне навантаження за замкнутим циклом ( $M \pm m$ )

Показники	Курс	Спокій	Реверс	Після навантаження	Відновлення
Мо, с	I	0,74±0,03	0,38±0,01	0,56±0,02	0,64±0,01
	II	0,78±0,03	0,38±0,01	0,59±0,02	0,66±0,01
АМо, %	I	19,75±1,02	58,31±1,79	30,13±1,79	23,63±1,37
	II	18,81±0,94	58,38±2,82	27,75±1,45	25,63±1,62
$\Delta X$ , с	I	0,24±0,01	0,05±0,01	0,14±0,01	0,18±0,01
	II	0,27±0,02	0,05±0,01	0,17±0,01	0,19±0,01
ІН, у. о.	I	64,90±8,43	1839,40±186,13	266,85±37,42	145,36±26,23
	II	70,02±11,00	1985,88±151,76	203,34±38,96	153,16±28,51
ВІР, у. о.	I	6,23±0,39	60,84±4,63	15,63±1,37	10,82±1,18
	II	6,51±0,67	67,15±4,81	12,99±1,75	10,48±1,04
АМо/ $\Delta X$ , у. о.	I	91,09±9,63	1386,72±142,33	277,78±38,53	174,41±26,96
	II	98,72±12,87	1486,51±108,46	226,84±43,08	192,64±33,98
АМо/Мо, у. о.	I	27,87±2,02	154,11±4,72	56,22±3,66	38,28±2,51
	II	25,57±1,81	155,37±7,83	48,95±3,37	39,97±2,83
Мо/ $\Delta X$ , у. о.	I	3,27±0,28	8,74±0,68	4,44±0,29	4,09±0,29
	II	3,49±0,30	9,39±0,66	4,22±0,54	4,27±0,35

При навантаженні за замкнутим циклом варіаційний розмах суттєво знижувався до 0,05 с в обох групах обстежуваних. Ці результати свідчать про зменшення тонусу блукаючого нерва і зростання напруги регуляторних механізмів.

В той же час, необхідно відмітити, що при дозованих фізичних навантаженнях, яким є тестування з реверсом, граничної ригідності кардіоритму не відбувалося і вона була у 5 разів менше у порівнянні з роботою до відмови, особливо в умовах підвищеної мотивації [12]. Більш сприятливий вихідний рівень забезпечував більшу працездатність до ЧСС реверсу.

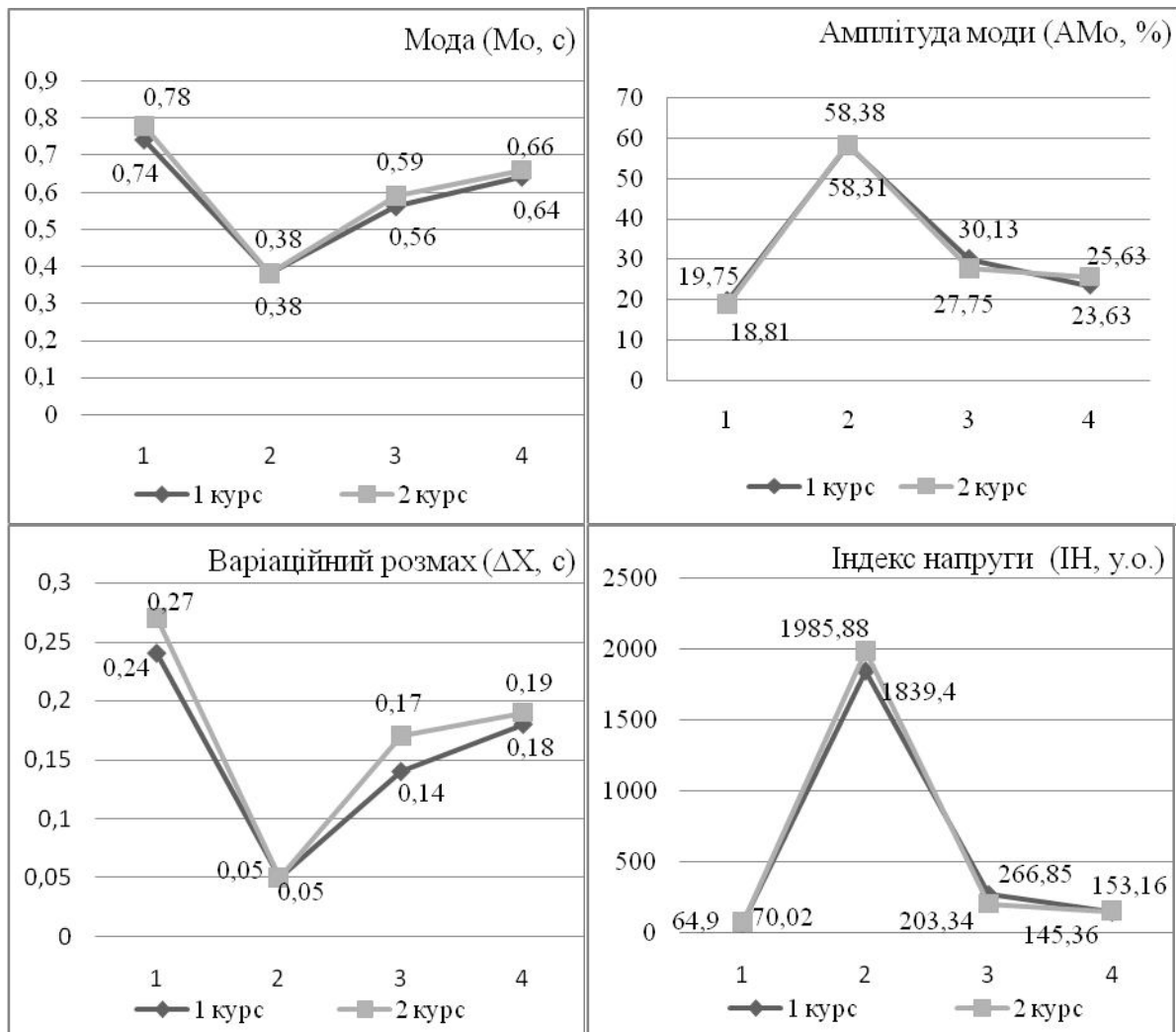
Реакція на м'язові напруження логічно виражалася в централізації механізмів регуляції, збільшенні їх напруги, на що вказує зростання величин АМо і АМо/ $\Delta X$ . Збільшення Мо/ $\Delta X$  підтверджує активацію гуморального каналу при зростанні переваги впливу адренергічних механізмів регуляції над холінергічними. Так, в групі юнаків першого курсу показник Мо/ $\Delta X$  збільшився приблизно на 155 % і склав 8,74 у. о. У студентів другого курсу відмічалися менші зрушення – у 147 % при більших абсолютних значеннях цього критерію (9,39 у. о.), що обумовлено більшими вихідними (добробочими) величинами Мо/ $\Delta X$  (3,49±0,30 проти 3,27±0,28 у.о.,  $p > 0,05$ ).

У зростанні індексу напруги на реверсі навантаження основний вклад належить показникам АМо і Мо (Баєвський Р.М., 1979), які входять у формулу розрахунку ІН і є більш чутливими до впливу різноманітних факторів. Це свідчить про перехід ролі управління серцевим ритмом до центральних структур регуляції. Результати

дослідження, як і у попередніх випадках, показали, що при навантаженні за замкнутим циклом інтегральний показник стану регуляторних механізмів далекий від свого максимального рівня і становить 30-40 відсотків від можливого за граничних навантажень.

Важливо зазначити, що при оцінці стану регуляторних механізмів серцевої діяльності необхідно суворо дотримуватись принципу індивідуалізації, одного з важливіших у процесах навчання і спортивного тренування, на що вказує висока варіативність більшості вивчених критеріїв, коефіцієнт варіації яких в окремих випадках був більшим за 50% (ІН, АМо/ΔX, АМо/Мо). Цікаво, що цим критеріям варіативність властива як у стані відносного м'язового спокою, так і при фізичних навантаженнях.

Наприкінці велоергометричної проби, коли потужність навантаження зменшувалась до нуля, відмічалась стабілізація показників варіаційної пульсометрії, проте рівень регуляції не досягав вихідних значень в обох групах обстежуваних (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка основних показників серцевого ритму у студентів молодших курсів факультету фізичного виховання на різних етапах м'язової діяльності (1- спокій, 2 – реверс потужності роботи, 3 – перша хвилина відновлення, 4 – п'ята хвилина відновлення після фізичного навантаження).

У ранньому періоді відновлення спостерігалось підсилення активності вагусної регуляції, перехід на автономний контур управління серцевим ритмом, про що свідчить збільшення показників моди, варіаційного розмаху та відповідне зниження частоти серцевих скорочень, амплітуди моди, вегетативного показника ритму, індексу вегетативної рівноваги, індексу напруги. Так, середня тривалість модального значення кардіоритму у студентів першого і другого курсів реєструвалась в межах 0,56с і 0,59 с на першій хвилині та 0,64с і 0,66с на п'ятій хвилині відновлення, що відповідало частоті серцевих скорочень у 93-98 та 106-110 ударів на хвилину. Групові величини  $M_o$  на п'ятій хвилині відновлення на 13,5-15 % були менше вихідного стану. Однак, у окремих юнаків першого курсу (12,5 %) були зафіксовані випадки, коли в ранньому періоді відновлення величини  $M_o$  перевищували стан спокою, що вказує на позитивне відновлення організму у даних студентів.

Показники амплітуди моди після навантаження не досягали вихідних даних і були вище у 1,2 та 1,36 рази, відповідно у молоді першого і другого курсів. Проте у 9,38 % студентів обох курсів ці величини на п'ятій хвилині відновлення дорівнювали вихідних значень, а в 34,38 % (1 курс) та 18,17 % (2 курс) випадків спостерігалися нижчі показники, що є свідченням про більшу активність парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи.

При аналізі динаміки інтегрального показника регуляторних механізмів спостерігалась велика варіативність даних. В 18,75 % випадків на першому курсі та в 12,75 % на другому ІН на п'ятій хвилині відновлення був менше ніж на початку навантаження, в той час, як середньостатистичні величини по групам дорівнювали 145,36 у. о. у студентів першого курсу та 153,16 – другого, що в 2,24 і 2,19 разів перевищували вихідний стан.

### Висновки

Таким чином, проведене дослідження виявило, що на дозоване фізичне навантаження за замкнутим циклом у студентів молодших курсів факультету фізичного виховання відмічалась значна напруга регуляторних механізмів серцевого ритму, яка не досягала граничних меж і може розцінюватися як оптимальна для даної потужності навантаження. У ранньому періоді реституції, на 5 хвилині відпочинку, повного відновлення рівня регуляції серцевого ритму не відбувалося, що обумовлює необхідність збільшення терміну функціонального контролю після тестування. Значних достовірних відмінностей у реакціях регуляторних механізмів серцевого ритму студентів молодших курсів у різних етапах тестування не зареєстровано, що свідчить про відносну стабільність регуляторних механізмів на протязі одного року навчання.

### Література

1. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
2. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Частина 2 / П. Д. Плахтій. – Кам'янець-Подільський, 2000. – С. 127-130.
3. Апанасенко Г. Л. Здоровье спортсмена / Г. Л. Апанасенко // Наука в олимпийском спорте. – 2000. – № 1. – С. 15-18.
4. Бутченко Л. А. Спортивное сердце / Л. А. Бутченко, М. С. Кушаковский. – СПб., 1993. – 48 с.
5. Карпман В. Л. Некоторые общие закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы человека к физическим нагрузкам / В. Л. Карпман, М. А. Абрикосова // Успехи физиологических наук. – 1984. – Т. 10, № 2. – С. 97-121.
6. Босенко А. І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму гімнастів 20-22 років при виконанні окремих видів гімнастичного багатоборства / А. І. Босенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2002. – № 4. – С. 19-23.
7. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский. – М.: Наука, 1998. – 236 с.

8. Баевский Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский, Р. Е. Мотылянская. – М., 1986. – 173 с.
9. Вовканич Любомир. Використання показників варіабельності серцевого ритму для характеристики функціональної підготовленості спортсменів-біатлоністів / Л. Вовканич, Б. Виноградський, А. Власов [та ін.] // Молода спортивна наука України. – 2010. – Т. 3. – С. 50-55.
10. Михалюк Е. Л. Комплексная оценка состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы у спортсменов высокого класса / Е. Л. Михалюк // Спортивна медицина. – 2006. – № 2. – С. 82-87.
11. Коваленко С. О. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми / С. О. Коваленко // Фізіологічний журнал. – 2005. – Т. 51, № 3. – С. 92-95.
12. Босенко А. И. Выявление функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной систем у подростков при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тарту, 1986. – 25 с.
13. Давиденко Д. Н. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку / Д. Н. Давиденко // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта». – 2011. – № 12 (70). – С. 52-57.
14. Давиденко Д. Н. Методика оценки функциональных резервов организма при использовании нагрузочной пробы по замкнутому циклу изменения мощности / Д. Н. Давиденко, В. П. Андрианов, Г. М. Яковлев [та ін.] // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена: сб. науч. труд. – Л.: ГДОИФК, 1984. – С. 35-41.
15. Коваленко С. О. Комп'ютерна програма для реєстрації та аналізу ритму серця і дихання („CASPICO“) / С. О. Коваленко, М. Е. Яковлев / Авторське свідоцтво України №11262 – 54 с. – Укр. – Деп. в УААСП 4.10.2004. – Реф. у офіційному бюлетені „Авторське право і суміжні права“ – 2005. – № 6. – С. 338.
16. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц; пер. с англ. А. Ю. Данилова. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
17. Коренберг В. Б. Спортивная метрология: учебник / В. Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.

#### References

1. Platonov, V.N. (1997). A general theory of preparation of sportsmen in Olympic sport. Kiev, Olympic Literature, 584 p [in Russian].
2. Plahtij, P. D. (2000). Physiology of Humans. Part 2 – Kam`janec'-Podil'skij, 127-130 p [in Russian].
3. Aranasenko, G. L. (2000). Athlete's health. *Nauka v olimpijskom sporte (Science in the Olympic sport)*, 1, 15-18 [in Russian].
4. Butchenko, L. A. & Kushakovskij, M. S. (1993). The Heart of a Sports Person. Saint-Petersburg, 48 p [In Russian].
5. Karpman, V. L. & Abrikosova, M. A. (1984) Certain general patterns of adaptation of the human's cardiovascular system to physical loads. *Uspehi fiziologicheskikh nauk (The successes of Physiological Sciences)*, 2, 97-121 [in Russian].
6. Bosenko, A. I. (2002). Heart rate regulation in 20-22 year-old gymnasts doing some kinds of gymnastic all-round competitions. *Teorija i metodika fizichnogo vihovannja i sportu (Theory and methods of physical education and sports)*, 4, 19-23 [in Ukrainian].
7. Baevskij, R. M. (1998). Mathematical analysis of heart rate changes during stresses. Moscow.: Nauka, 236 p [in Russian].
8. Baevskij, R. M. & Motyljanskaja, R. E. (1986). Heart rate at sportsmen. Moscow.: Nauka, 173 p [in Russian].
9. Vovkanich Ljubomir, Vinogradskij Bogdan, Vlasov Andrej, Berezhanskij Viktor et all (2010). The use of parameters of heart rate variability index for the characteristic of functional efficiency of biathlonists. *Moloda sportivna nauka Ukraïni (Young sport science of Ukraine)*, 3, 50-55 [in Ukrainian].
10. Mihaljuk, Ye. L. (2006). Complex estimation of cardiovascular and vegetative nervous system state in top level athletes. *Sportivna medicina (Sports medicine)*, 2, 82-87 [in Russian].
11. Kovalenko, S. O. (2005). Analysis of the heart rhythm variability using median spectrogram method. *Fiziologichnij zhurnal (Journal of physiology)*, 3, 92-95 [in Ukrainian].
12. Bosenko, A. I. (1986). Discovering functional capacity of cardiovascular and central nervous system in adolescents in case of intensive muscular work. *Extendent abstract of candidate's thesis*. Tartu [in Russian].
13. Davidenko, D. N. (2011). Method of assessing body's functional reserve mobilization in case of its response to controlled activity. *Nauchno-teoreticheskij zhurnal "Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta" (Scientific and theoretical journal "Scholarly notes of Lesgaft University")*, 12(70), 52-57 [in Russian].
14. Davidenko, D. N., Andrianov, V. P., Yakovlev, G. M. at all (1984). Method of assessing the body's functional reserve when using exercise tolerance test over one cycle of power change. *Puti mobilizacii*

- funkcional'nyh rezervov sportsmena: Sbornik nauchnykh trudov( Ways of mobilization of athlete's functional reserve: Collection of scientific papers)*, pp. 35-41. Leningrad: GDOIFK [in Russian].
15. Kovalenko, S. O. & Yakovlev, M. Ye. (2005). The computer program for registration and analysis of heart rate and respiration ("CASPICO"). *The author testimony of Ukraine №11262, Abstract in the official journal "Copyright and Related Rights"*, 6, 338 [in Ukrainian].
  16. Glanc, S. (1998). *Statistics of medicine and biology*. (A. Yu. Danilova, Trans). Moscow: Praktika [in Russian].
  17. Korenberg, V. B. (2008). *Sports metrology*. Moscow: Fizicheskaja kul'tura [in Russian].

**Summary. Bosenko A. I., Topcii M. S.. The State of the heart rate regulation mechanisms of junior students of the Physical Training Department in the application of dosed physical loading in closed cycle.**

**Introduction.** *The study of functioning of the heart during different types of motive activity attracts a lot of researchers' attention nowadays. Adaptation reactions of organism in general and particularly in sports should be studied from the point of view on heart contracts frequency, as well as on the regulator system state/*

**Purpose.** *The immediate aim is to study the dynamics of heart rate regulation mechanisms of youths – students of junior courses of Physical Training Teachers Department under the influence of dosed physical loading in closed cycle.*

**Methods.** *The research involves 32 participants – students of the first course, who were re-examined on the second course. The testing in a closed cycle was held by the method of D. N. Davidenko and co-authors involving electromechanical bicycle ergometre. The state of the heart rate regulation mechanisms was analyzed at the stage of regulative muscles rest, at the reserve moment with heart contracts frequency equal to 150-155 beats per minute, at the end of loading and at the 5<sup>th</sup> minute of rehabilitation with the help of program "Caspico" based on the cardiac rhythm mathematical analysis by Baevsky R. M.*

**Results.** *Average statistical values of heart rate of Physical Training Department junior students measured at the state of relative muscles rest correspond to the permissible age quantities diapason. The loading in closed cycle caused changes of vegetative balance and as a result heart rate regulation mechanisms tension. Evidently, the modal value ( $M_o$ ) and the heart rate variation magnitude ( $\Delta X$ ) decrease and the mode amplitude ( $AM_o$ ) and tension index ( $IN$ ) increase. The increase  $M_o/\Delta X$  is indicative of the humoral regulation channel activation within the increase of predominant influence of adrenergic regulation mechanisms over cholinergic ones. At the end of bicycle ergometre test, the power of tension being at the zero level, the stabilization of heart rate values is registered, although the tension level of heart rate regulation exceed the initial values in both groups examined. After the dosed physical loading increase of parasympathetic tonus and decrease of sympathetic branch of vegetative nervous system occur, which is characterized by the increase of  $M_o$  and  $\Delta X$  data, decrease of  $AM_o$ ,  $AM_o/\Delta X$ ,  $M_o/\Delta X$  and tension index ( $IN$ ), being the integral exponent of regulation mechanisms. By the fifth minute of rehabilitation full restitution of regulation level is not marked, that stipulates the necessity to prolong after work out control period.*

**Originality.** *It's for the first time that there have been registered and analyzed the data of the heart rate regulation mechanisms of junior students of the Physical Training Department directly during the muscles loading in a closed cycle. The diapason of heart rate regulation level reaction has been determined at different stages of testing.*

**Conclusions.** *The conducted research proved that the loading in a closed cycle of junior students of Physical Training Department is marked by a definite tension of heart rate regulation mechanisms, which never reached extreme values and thus could be estimated as optimal for the certain power of loading. Complete rehabilitation of initial level of heart rate regulation of 17-19-year-old youths never occurs by the 5<sup>th</sup> minute of rest after the muscles work out.*

**Keywords:** *heart rate, regulation mechanisms, variation pulsometer, physical loading, students.*

**Південноукраїнський національний педагогічний університет  
імені К. Д. Ушинського, м. Одеса**

Одержано редакцією 07.10. 2016  
Прийнято до публікації 15.05.2017