

*preparation. We have conducted studies and works on reconstruction of treatment facilities for water purification SE «Kozlov distillery» in order to reduce the content of harmful organic substances. As a result of this work the water quality meets the requirements of normative documents. The hygienical requirements to quality of water of the centralized economic-drinkable water-supply and by additional requirements have been conditioned by the specific of production.*

*The biological method of regeneration is based on the vital functions of bacteria mineralizing occlusioned coal organic compounds, however, this process flows too slowly. A thermal method consists of burning of occlusioned organic compounds in the special stoves at a temperature 800–900°C. Such a method needs considerable energy expenses, adherence of the technological modes and accompanied by the losses of coal, that present 5–7%, and sometimes arrive at 15–20%. A chemical method envisages treatment of coal meadows or acids. In particular, it is recommended to conduct previous treatment a pair, and then meadow or acid. The detailed recommendations are absolutely absent for today about practical application of this method, and the existent data are contradictory enough.*

*The most strong from all well-known time are oxidants. However, the use of ozone is accompanied by formation of toxic substances: formaldehyde, and others, that create negative influence on a health of man. Except that ozonization is the expensive enough method of treatment of water.*

**Key words:** *biological contamination, filtering media, smell and taste of water, hydrogen sulfide, filter regeneration.*

УДК 796(077.5+015.6)+612.3

**А. І. Босенко, О. В. Клименко, Н. А. Орлик**

Південноукраїнський національний педагогічний  
університет імені К. Д. Ушинського

### **ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ДИНАМІКА ЧАСТОТИ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ СТУДЕНТОК ІЗ РІЗНИМ РІВНЕМ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ПРИ ТЕСТУВАННІ НАВАНТАЖЕННЯМ ЗА ЗАМКНУТИМ ЦИКЛОМ**

*Метою статті є вивчення рівня фізичної працездатності та динаміку частоти серцевих скорочень студенток педагогічного ВНЗ. У результаті дослідження визначено особливості прояву фізичної працездатності та адаптивних реакцій серцево-судинної системи студенток старших курсів педагогічного університету з різним рівнем рухової активності при дозованих навантаженнях за замкнутим циклом, проаналізовано функціональну інформативність частоти серцевих скорочень за цих умов, встановлено нормативні значення вивчених критеріїв. Отримані дані показали, що треновані дівчата мають більш високі результати за такими показниками, як час та об'єм виконаної роботи, потужність реверсу навантаження, абсолютна й відносна загальна та аеробна працездатність.*

**Ключові слова:** *студентки, рухова активність, фізична працездатність, велоергометричне навантаження, частота серцевих скорочень.*

**Постановка проблеми.** Навчання студентів у сучасному вищому навчальному закладі (ВНЗ) відбувається в умовах, які пов'язані з постійним зростанням обсягу навчальної інформації, високим рівнем відповідальності

за результати навчання, перевантаженням інтелектуальної сфери, зниженням рухової активності, адаптацією до нових умов існування. Основний вид діяльності студента – професійне навчання, стає більш складним за формами та змістом, а тому підвищує вимоги до особистості.

Крім того, низький рівень фізичної підготовленості випускників шкіл, не відповідає вимогам вищої школи з розвитку фізичних якостей, загальної фізичної працездатності, що призводить до зниження показників здоров'я студентів та не забезпечує достатньої ефективності навчання й готовності до майбутньої педагогічної діяльності [6; 7; 10; 11].

**Аналіз актуальних досліджень.** У системі вищої школи однією з обов'язкових дисциплін є фізичне виховання, мета якого є зміцнення здоров'я та його складових. Основною формою реалізації фізичного виховання є навчально-тренувальні заняття, спрямовані на всебічну фізичну підготовку. У світлі нових тенденцій удосконалення фізичного виховання у вищій школі стає актуальним питання розробки й упровадження сучасних технологій з використанням оцінки рівня функціональних можливостей особистості [4; 6; 9; 11].

Слід зазначити, що в більшості випадків процес фізичного виховання в педагогічних ВНЗ спрямований на формування рухових навичок і виконання нормативних завдань (заліків). У той же час, недостатньо представлений оздоровчий напрям, існує дефіцит науково-обґрунтованих комплексів, засобів і методик розвитку життєво-важливих систем організму студентів.

Фізична працездатність і система кровообігу в значній мірі визначають адаптацію організму до розумових та м'язових навантажень, тому контроль за їх динамікою є традиційним у фізичній культурі й спорті. У той же час, дані наукових досліджень щодо рівня фізичної працездатності студентів суттєво різняться, що обмежує їх використання на практиці. Неоднозначне ставлення фахівців до частоти серцевих скорочень (ЧСС), як оперативного й об'єктивного показника адаптації серцево-судинної системи (ССС) та організму в процесі фізичного виховання. Вважається, що контроль функціонального стану тільки за даними ЧСС не є достатнім, тому можливі помилкові висновки щодо цього [1; 2; 8; 9; 10]. Необхідність розв'язання означених питань обумовлює актуальність проведеного дослідження. Тема дослідження входить до плану науково-дослідної роботи кафедри біології і основ здоров'я Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д. Ушинського (м. Одеса) «Системна адаптація до фізичних і розумових навантажень на окремих етапах онтогенезу людини» (№ державної реєстрації 0109U000206).

**Мета** – вивчити рівень фізичної працездатності та динаміку частоти серцевих скорочень студенток педагогічного ВНЗ із різним рівнем рухової активності при виконанні навантаження за замкнутим циклом.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводилися на кафедрі біології і основ здоров'я в лабораторії вікової фізіології і спорту імені Т. М. Цоневої. У дослідженні брали участь 37 студенток старших (3–4) курсів із різним рівнем рухової активності. Першу групу склали студентки, які навчались за основним розкладом, другу – дівчата, які займалися додатково спортивними іграми та входили до збірних команд університету з волейболу й футболу. У ході проведення дослідження використовувалися такі методи: анкетування, усне опитування, антропометрія, електрокардіографія, велоергометричне тестування зі зміною потужності за замкнутим циклом (з реверсом) за методикою Д. М. Давиденка [4, 5], рефлексометрія та інші обов'язкові супроводжуючі методики. Максимальне споживання кисню розраховувалося за формулою В. Л. Карпмана й співат [9]. Отримані дані статистично оброблені за загально прийнятою методикою з використанням кореляційного аналізу та знаходженням t-критерія Стьюдента.

Адаптація організму людини до специфічних навантажень характеризується досконалістю механізмів вибіркової мобілізації системи функціональних резервів організму.

Специфічні риси системи функціональних резервів визначаються характером і рівнем адаптованості організму, його віковими, статевими та конституційними особливостями й виявляються інтегрально, в параметрах адаптаційної реакції організму на тестування. Системну реакцію організму можна ефективно оцінювати за параметрами «петлі» гістерезису здобутою за допомогою реєстрації динаміки частоти серцевих скорочень у відповідь на застосування циклічного навантаження [3; 4; 5].

Аналіз результатів дослідження показав, що, при практично однакових антропометричних показниках обстежених студенток, функціональні можливості нетренованих студенток, за даними фізичної працездатності, отриманими при тестуванні навантаженням по замкнутому циклу, достовірно ( $p < 0,001$ ) менші порівняно з дівчатами-спортсменками (табл. 1), що в цілому узгоджується з результатами досліджень інших науковців [1; 8; 9].

Таблиця 1

Показники фізичної працездатності дівчат старших курсів педагогічного університету, за даними тестування з реверсом ( $M \pm m$ )

Показники	Група I – нетреновані, n = 18	Група II – спортсменки, n = 19	Коефіцієнт варіації, V, %	
			Група I	Група II
Маса тіла, кг	59,72±1,10	61,47±1,74	7,82	12,35
Зріст, см	168,61±1,43	169,79±0,99	3,58	2,56
W рев, Вт	153,28±6,22	194,16±4,23*	17,20	9,49
T заг., хв.	9,31±0,38	11,80±0,25*	17,08	9,41
A заг., кДж	41,90±2,82	69,50±3,00*	28,62	18,79
PWC <sub>170</sub> , кгм /хв.	945,50±41,27	1232,42±23,18*	18,51	8,20
PWC <sub>170</sub> / кг, Вт/кг	2,61±0,13	3,32±0,11*	20,74	13,9
МСК, мл/хв.	3037,44±101,80	3781,37±51,03*	14,21	5,88
МСК, мл/хв./кг	51,21±2,18	61,98±1,76*	18,02	12,37
Індекс стомлення, у.о.	146,87±8,32	165,28±11,44	23,33	30,17
Коефіцієнт залишкових резервів адаптації	1,63±0,18	1,28±0,11	46,01	36,7

**Примітка:** \*  $p < 0,001$

Так, за загально відомими показниками PWC<sub>170</sub> і максимального споживання кисню (МСК) результати нетренованих дівчат були меншими на 27–28 та 21–24 відсотків, відповідно. Слід зазначити, що за цифровими значеннями як абсолютного, так і відносного (на кг маси тіла) рівнів фізичної працездатності та аеробних можливостей отримані нами дані суттєво вищі за відомі літературні [1; 8; 9]. Подібну невідповідність ми відмічали й у процесі обстеження чоловіків-спортсменів і висували припущення щодо пояснення зазначеного факту можливим часовим фактором та вищою точністю обраного нами виду тестування [3]. По-перше, до сьогодні в практиці фізичної культури та спорту за орієнтовні приймаються дані, що були опубліковані в 60–70-х роках минулого століття. Треба мати на увазі, що організм людини за минуле півстоліття зазнав позитивного розвитку та його функціональні резерви розширювалися відповідно до умов існування. По-друге, ствердження про вищу точність наших даних ґрунтується на тому, що вони отримані не за результатами двомоментної проби, де прогноз здійснюється за двома точками, а в процесі безперервної роботи з поступовим підвищенням потужності навантаження та постійною реєстрацією тривалості кардіоінтервалів, яка відбивається на графіку, а кількість їх досягає до тисячі й більше.

При цьому, екстраполяція здійснюється з урахуванням інерційності ССС, що теж оцінюється під час тестування в цифровому вигляді та доповнює загальну характеристику адаптаційних можливостей.

Слід зазначити, що обране тестування доповнює оцінку фізичної працездатності низкою нових критеріїв. Так, визначаються тривалість роботи (Т заг.), яка є індивідуальною, а не однаковою, як у більшості тестів [1; 8; 9], обсяг виконаної роботи (А заг.), що розраховується за змінними потужністю й часом роботи і який набуває найбільшої різниці між групами (до 66%), що підтверджує його інформативність ( $p < 0,001$ ). Фізичну працездатність студенток додатково оцінювали за індивідуальними даними потужності реверсу навантаження ( $W_{рев.}$ ), яка досягалася обстеженими за однакових умов ( $ЧСС=155$  уд./хв.) і була як за абсолютними, так і за відносними (на кг маси тіла) значеннями достовірно меншою в нетренованих студенток ( $p < 0,001$ ). Доповнена характеристика функціональних можливостей ще двома новими показниками – індексом стомлення й коефіцієнтом залишкових резервів адаптації, які значно відбивають індивідуальні особливості, залежать від вихідного рівня напруження організму, швидкості й повноти відновлення обстежених у момент закінчення роботи, що обумовлює їх високу варіативність (V,%) порівняно з іншими критеріями та відсутність статистичної достовірності відмінностей (див. табл. 1).

Аналіз індивідуальних даних виявив значну й високу варіативність усіх показників тестування, яка більш притаманна нетренованим студенткам (14–46%). Значення вивчених критеріїв окремих нетренованих дівчат навіть перевищували у де яких випадках норми для спортсменок, що характеризувало їх природні високі функціональні резерви й потенційні можливості в спорті. Менша варіативність показників дівчат, що займалися спортом, обумовлена направленим спортивним відбором і рівнем тренуваності при вкладі індивідуальної спеціалізації.

Об'єктивна характеристика фізичної працездатності, як складової адаптаційних можливостей людини, можлива за умов визначення фізіологічної «ціни» виконаної роботи, яка може бути визначена рівнем функціональної активності забезпечуючих систем. Серцево-судинна система є однією з основних систем життєзабезпечення, оскільки забезпечує рух крові, а з тим, транспортні функції ланцюга переносу  $O_2$ , енергетичних субстратів, продуктів обміну речовин та ін. Діяльність ССС є одним із важливих факторів, які лімітують розвиток пристосувальних реакцій організму в процесі адаптації до фізичних навантажень.

Дослідження динаміки ЧСС дівчат-студенток забезпечувалось у стані спокою, вихідному стані – початку педалювання, коли потужність навантаження ще дорівнювала нулю, протягом зростання та зниження

потужності роботи, в період її закінчення та в 30-хвилинний період відновлення. У даній роботі представлено результати вивчення динаміки ЧСС тільки під час велоергометричного тестування (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка ЧСС дівчат старших курсів педагогічного університету,  
за даними тестування з реверсом ( $M \pm m$ )**

Показники	Група I – нетреновані, n = 18	Група II – спортсменки, n = 19	Коефіцієнт варіації, V,%	
			Група I	Група II
ЧСС вих., уд./хв.	77,78±3,02	75,21±1,86	16,47	10,81
ЧСС пор., уд./хв.	96,30±2,79	92,05±1,99	12,26	9,42
ЧСС ревер., уд./хв.	155,20±0,71	153,47±0,87	1,95	2,47
ЧСС мах., уд./хв.	159,28±0,65	158,42±0,81	1,73	2,22
ЧСС виходу., уд./хв.	115,28±2,53	108,32±2,98	9,29	12,01
ЧСС срд., уд./хв.	130,83±1,36	127,73±1,12	4,41	3,82
Пульсова вартість – L, уд.	1215,72±44,19	1503,53±31,20	15,41	9,05
Час виходу на порогову ЧСС – T порог., хв.	1,46±0,08	1,63±0,10	22,6	26,99

**Примітка:**\* $p < 0,001$

Встановлено, що як вихідний, так і абсолютний робочий функціональний рівень серцево-судинної системи достовірно не відрізнявся в студенток з різною руховою активністю і, як витікає з вищенаведених даних, – з різною фізичною працездатністю. Зазначено, що функціонування ССС, за даними ЧСС, у студенток-спортсменок протікало при недостовірно менших (на 2,4–4,4%) значеннях пульсу в процесі всього навантаження. Про це свідчить частота серцевих скорочень вихідна (ЧСС вих.), порогова (ЧСС пор.), реверсу (ЧСС ревер.), максимальна (ЧСС мах.), середня (ЧСС срд.) та виходу з навантаження (ЧССвих.), що характеризує більший економічний рівень і меншу абсолютну «ціну» функціонування ССС.

Увагу привертають такі особливості динаміки ЧСС, як ступінь приросту від ЧССреверс. до ЧССмах., сумарна пульсова вартість виконаної роботи (L) та час виходу на порогову частоту серцевих скорочень (T порог.). Перший показник був недостовірно більшим у спортсменок і обумовлений більшою потужністю реверсу ( $p < 0,001$ ) порівняно з нетренованими, відповідно, 3,2 і 2,6 відсотків і  $194,16 \pm 4,23$  та  $153,28 \pm 6,22$  Вт. Значення пульсової вартості роботи спортсменок із високою достовірністю перевищували нетренованих дівчат (на 24%,  $p < 0,001$ ), що обумовлено більшим часом і обсягом виконаної роботи за умови вищої середньої її потужності. Це свідчить про більшу сумарну фізіологічну «ціну» процесу адаптації до фізичного навантаження з реверсом осіб, що займаються

спортом. Третій критерій – час виходу на ЧСС порогову, яка знаменує початок ізоакселераційної фази роботи та пропорційної залежності ЧСС від змін потужності навантаження, характеризується більшою тривалістю в тренуваних ( $p < 0,05$ ), що протирічить існуючому положенню про коротший час впрацювання у спортсменів і потребує таким чином подальших додаткових досліджень.

**Висновки.** Отримані дані фізичної працездатності під час тестування навантаженням по замкнутому циклу дівчат-студенток старших курсів педагогічного ВНЗ із різним ступенем рухової активності показали, що треновані дівчата мають достовірно більш високі результати за такими показниками, як час та об'єм виконаної роботи, потужність реверсу навантаження, абсолютна й відносна загальна ( $PWC_{170}$ ) та аеробна (МСК) працездатність. Нормативні значення традиційних критеріїв  $PWC_{170}$  та МСК (абсолютні й відносні) сучасних студенток із різним рівнем рухової активності значно вищі за аналогічні, що представлені в літературі минулого століття (60–70 рр. ХХ ст.).

Як вихідний, так і абсолютний робочий функціональний рівень серцево-судинної системи достовірно не відрізнявся у студенток із різними руховою активністю та фізичною працездатністю. Функціонування ССС, за даними ЧСС, у студенток-спортсменок протікало при недостовірно менших (на 2,4–4,4%) значеннях пульсу в процесі всього навантаження, про що свідчить частота серцевих скорочень вихідна, порогова, реверсу, максимальна, середня та виходу з навантаження та що характеризує більший економічний рівень і меншу абсолютну фізіологічну «ціну» активації ССС. Сумарна пульсова вартість у тренуваних була значно вищою, що обумовлено більшим часом і обсягом виконаної роботи. Це свідчить про більшу загальну фізіологічну «ціну» процесу адаптації до фізичного навантаження з реверсом у осіб, що займаються спортом.

Перспектива подальших досліджень визначається в поширенні використання методики в обстеженнях інших контингентів, уточненні інтерпретації окремих показників, розробці вікових і статевих нормативних таблиць.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Босенко А. І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму гімнастів 20-22 років при виконанні гімнастичного багатоборства / А. І. Босенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2002. – № 4. – С. 19–23.
3. Босенко А. И. Функциональный контроль гребцов нагрузкой с реверсом в годичном цикле тренировки / А. И. Босенко, И. И. Самокиш, А. Н. Дубинин //

Физическая культура и спорт в XXI веке : материалы IV Международной научно-практической конференции 17–19 апреля 2008 г. – Вып. 4. – Волгоград : Экстремум, 2008. – С. 53–57.

4. Босенко А. І. Спосіб діагностики функціональних резервів людини. Патент. – Бюл. №8 Держ. департ. інтел. власності від 15.08.03.

5. 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 и др. // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена : сб. науч. тр. – Л. : ГДОИФК, 1984. – С. 35–41.

6. Добростан О. В. Методичні аспекти комплексної оцінки адаптивних змін функціонального стану першокурсників / О. В. Добростан, О. І. Плиска // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – Вип.3. – С. 162–165.

7. Ильченко А. І. Фізична активність і спеціально організована рухова діяльність / А. І. Ильченко // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : науковий журнал. – Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2012. – № 2 (20). – С. 268–274.

8. Карпман В. Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1974. – 96 с.

9. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

10. Кунинець О. Б. Моделювання рівня інтенсивності фізичних навантажень студентів спеціальної медичної групи з захворюваннями серцево-судинної системи / О. Б. Кунинець, А. В. Магльований, О. Ю. Іваночко, О. О. Новицький // Наука і освіта, 2012. – № 4. – С. 104–108.

11. Севрюкова Г. А. Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения / Г. А. Севрюкова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 72–74.

## РЕЗЮМЕ

**Босенко А. И., Клименко Е. В., Орлик Н. А.** Физическая работоспособность и динамика частоты сердечных сокращений студенток с разным уровнем двигательной активности при тестировании нагрузкой по замкнутому циклу.

*Целью статьи является изучение уровня физической трудоспособности и динамики частоты сердечных сокращений студенток педагогического ВУЗа. В результате исследования определены особенности проявления физической работоспособности и адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы студенток педагогического университета с разным уровнем двигательной активности при дозированных нагрузках по замкнутому циклу, проанализирована функциональная информативность частоты сердечных сокращений в этих условиях, установлены нормативные значения изученных критериев. Полученные результаты показали, что тренированные девушки имеют более высокие результаты по таким показателям, как время и объем проделанной работы, мощность реверса загрузки, абсолютная и относительная общая и аэробная трудоспособность.*

**Ключевые слова:** студентки, двигательная активность, физическая работоспособность, велоэргометрическая нагрузка, частота сердечных сокращений.

## SUMMARY

**Bosenko A., Klymenko O., Orlik N.** Physical performance and dynamics of heart rate of female students with different level of motion while testing the workload in a closed cycle.

*37 female students of the 3<sup>d</sup>–4<sup>th</sup> courses with different level of motor activity have been investigated. The first group consisted of female students (n=18), who were trained in*

*the main limited hours, the second group (n=19) of girls, who were trained more in additional sport games and took part in a volleyball and football university teams. The aim was to learn the level of physical capacity and dynamics of frequency of heart-throbs of the students of pedagogical institution of higher learning with the different level of motive activity at implementation of loading after the reserved cycle. The results of physical performance during a closed cycle of the female students of Pedagogical University with a different level of motor activity showed that the well-trained girls had better results (time, capacity of work, reverse power load, the absolute and relative total (PWC<sub>170</sub>) and working capacity. Normative traditional meanings PWC<sub>170</sub> and max oxygenic use (absolute and relative) of modern female students with different level of motor activity are significantly higher than similar, which were presented in the literature in the last century (1960–1970).*

*The original and absolute functional working level of cardiovascular system of the female students with different motor activity and physical working activity don't differ much. According to the heart rate, functioning of blood circulation system of sportswomen-students passed at smaller values of (on 2,4–4,4%) heart rate in all workloads, indicating that the initial heart rate, threshold, reverse, maximum, the average and exit of workloads characterizes more than economical level and smaller absolute physiologic «price» activation of cardiovascular system. The total cost of heart rate of trained people was significantly higher that was caused by a large volume of work of performed time. This reflects a greater general physiological «price» of adaptation to physical activities with reverse at people involved into sports.*

**Key words:** *the female students, motor activity, physical performance, bicycle stress load, heart rate.*