

The obtained results indicate that the protective effect of dehydration is manifested for human, bovine, horse and rat erythrocytes at a temperature of 37°C and 0°C. The exception is bull's erythrocytes, which had no decrease in hemolysis at 0°C. The degree of protection is different for the investigated mammal species, which may be due to the peculiarities in the organization of the cytoskeleton-membrane complex, or different diffusion permeability for the membrane water of the investigated mammals.

For a deeper study of the effects of dehydration, a membrane modifier phenylhydrazine was selected, which is known to primarily affect the cytoskeleton complex of the membrane by degrading main cytosolic proteins and spectrin, causing the oxidation of hemoglobin and changing its interactions with the membrane skeleton. All of this leads to an increase in stiffness of the membrane and a decrease in the ability of the cell to deform.

It has been shown that the protective effect of dehydration on human, bovine and horse cells was preserved even after pretreatment with phenylhydrazine. While for dehydrated rat erythrocytes an increase in hypertonic sensitivity was observed under the influence of phenylhydrazine.

Thus, the modification of erythrocytes with phenylhydrazine does not change the effect of dehydration on most of the species in question. This suggests that the protective effect of dehydration on mammalian erythrocytes is probably unrelated to changes in the cytoskeleton-membrane complex. This effect is probably related with reduction of the mechanical stress on the membrane due to a decrease in the gradient of osmotically active substances between the intracellular and extracellular media, which leads to a decrease in mechanical load and a decrease in cell damage.

**Keywords:** mammalian erythrocytes, hypertonic shock, phenylhydrazine, dehydration, cytoskeleton.

*Рецензент – проф. Міщенко І. В.*

Стаття надійшла 12.10.2017 року

DOI 10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-399-404

УДК: 612.662+57.016+378.17

Орлик Н. А., Босенко А. І.

### МІЖСИСТЕМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СТУДЕНТОК 17–22 РОКІВ ВПРОДОВЖ ОВАРІАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛУ

Державний заклад «Південноукраїнський національний  
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» (м. Одеса)

OrlikN@ukr.net

bosenco@ukr.net

Дослідження виконані згідно до плану науково-дослідної роботи кафедри біології і основ здоров'я ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» (м. Одеса) «Системна адаптація до фізичних і розумових навантажень на окремих етапах онтогенезу людини» (№ державної реєстрації 0109U000206).

**Вступ.** Функціональний стан, фізична працездатність і їх зміни під впливом численних подразників знаходяться у залежності від специфічних ритмічних змін гормонального статусу жіночого організму. Підвищення рівня функціональних можливостей базується на адаптивних змінах відповідних фізіологічних систем організму, зростанні продуктивності аеробного і анаеробного енергозабезпечення. У практиці функціональної діагностики, зокрема жіночого організму, для контролю рівня адаптаційних можливостей, використовують низку показників зовнішнього дихання, гемодинаміки, варіаційної пульсометрії, сенсомоторних реакцій, стану систем енергозабезпечення тощо [2-8, 10-11, 13-16].

Процес навчання у сучасному ВНЗ вимагає значних психоемоціональних, фізичних і розумових

можливостей студенток, оскільки характеризується динамічністю, високою інтенсивністю і великим об'ємом необхідної для засвоєння інформації. Зазвичай, для оцінки функціонального стану нетренованих дівчат за умови щорічного обов'язкового медичного огляду, фахівці використовують низку тестів з фізичної підготовленості, що не дозволяє повною мірою визначити їх адаптаційні можливості. На фоні «недообстеженості» і високих навантажень різного характеру, виникають передпатологічні і патологічні стани, які провокують дестабілізацію функціонування всіх систем організму, у тому числі і репродуктивної.

У сучасній науковій літературі наявна лише невелика кількість публікацій щодо показників функціонального стану систем організму дівчат 17-22 років протягом менструального циклу. Нами було виконане лонгітудинальне дослідження взаємозв'язків між показниками функціонального стану ряду фізіологічних систем в кожну фазу менструального циклу (МЦ).

**Мета роботи** – дослідити фізичну працездатність дівчат 17-22 років, як інтегральний критерій функціональних можливостей організму та міжсистемну вза-

ємодію її забезпечення впродовж оваріально-менструального циклу.

**Об'єкт і методи дослідження.** Дослідження проводилося на кафедрі біології і основ здоров'я Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д. Ушинського в лабораторії вікової фізіології спорту імені Т.М. Цоневої з дотриманням основних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994-2008 рр.).

В обстеженні прийняли участь 28 студенток інституту початкової та гуманітарно-технічної освіти. Дівчата не займалися жодним видом спорту, не відвідували спортивні гуртки та фітнес клуби, їх фізична активність полягала у відвідуванні обов'язкових занять з фізичного виховання в університеті, які передбачені навчальним планом для 1-2-их курсів. Всі дівчата мали регулярний менструальний цикл тривалістю 28-32 дні, не мали операцій та травм, не приймали контрацептиви і ліки, які будь-яким чином впливали б на їх функціональні можливості. Дослідження проводилось в стандартних умовах, у першій половині дня.

За декілька місяців (5-6 місяців) до початку обстежень зі студентками було проведено бесіду щодо можливої участі в дослідженні. Дівчата, які виявили бажання, прийняли участь в обстеженні, вели календарі менструального циклу та щоденник загального самопочуття. В дослідженні прийняли безпосередню участь практично здорові дівчата з регулярним менструальним циклом.

Дослідження проводились в індивідуально визначені календарним методом фази менструального циклу: менструальна, постменструальна, овуляторна, постовуляторна і передменструальна фази, викремлені згідно класифікації лабораторії ендокринології інституту геронтології АМН України [15].

Попередньо проведено анкетування, антропометрія, безпосередньо перед початком тестування навантаженням зі змінною потужністю за замкнутим циклом проводилось усне опитування загального самопочуття студентки, реєструвалися показники артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, варіабельності серцевого ритму, за даними електрокардіографії перед початком тестування, під час реверсу і на п'ятій хвилині відновлення.

Для вивчення фізичної працездатності дівчат використано методику дозованого циклічного тестування навантаженням з реверсом [7]. Ця методика дає можливість виявити не тільки показники фізичної працездатності і реакцію серцево-судинної системи, але і встановити регуляторні та енергетичні компоненти системної реакції організму людини. Порівняно з відомим методом оцінки фізичної працездатності  $PWC_{170}$ , вона розцінюється як більш інформативна, займає менше часу і не вимагає високої напруги забезпечуючих і регуляторних систем.

Група показників фізичної працездатності була прийнята за основну для вирішення поставленої мети. В якості м'язової роботи студентки виконували роботу на велоергометрі ВЕД-12 з частотою педалювання 60 об/хв, при якій потужність наванта-

ження змінювалася з постійною швидкістю (33 Вт/хв) за замкнутим циклом – спочатку підвищувалася від нуля до певного рівня частоти серцевих скорочень ( $ЧСС=150-155$  ск/хв), а потім з тією ж швидкістю знижувалася до нуля. В процесі тестування реєструвалася динаміка залежності частоти серцевих скорочень від потужності фізичної роботи у вигляді так званої петлі гістерезису, яка відображає системну адаптивну відповідь організму на фізичне навантаження. У лабораторії вікової фізіології спорту методика Давиденко Д.М. і співавт. [7] була модернізована і покладена на комп'ютерну основу [5]. Завдяки цьому підвищилася оперативність і об'єктивність досліджень. Фізичну працездатність (ФП) оцінювали за 8 показниками: потужності реверсу навантаження ( $W_{рев}$ , Вт), загальний час роботи ( $T_{заг}$ , хв), загальний обсяг виконаної роботи ( $A_{заг}$ , кДж), абсолютні та відносні показники загальної фізичної працездатності ( $PWC_{170}$ , Вт;  $PWC_{170}/кг$ , Вт/кг) і максимального споживання кисню ( $MCK$ , мл/хв;  $MCK/кг$ , мл/хв/кг).

Всі дослідження проводилися при позитивній оцінці самопочуття, в середині періоду кожної фази менструального циклу, що, на нашу думку, може характеризувати розпал гормональних процесів. Дослідження проводили в кожну фазу МЦ в динаміці одного циклу. Результати дослідження були оброблені з використанням пакета аналізу даних програми Microsoft Excel 2007 і SPSS 16.0.

**Результати дослідження та їх обговорення.** За основними антропо-фізіометричними показниками дівчата відповідали нормативним значенням і достовірно не відрізнялися від одноліток Одеського регіону [12].

Аналіз отриманих результатів дослідження фізичної працездатності дівчат 17-22 років (**табл. 1**) свідчить про відсутність єдиної і загальної закономірності її динаміки за фазами МЦ, що узгоджується з даними інших авторів [6,8,13-16].

Середньостатистичні результати дозволяють зробити висновки, що оптимальними фазами для прояву загальної фізичної працездатності дівчат, що не займалися спортом, є постменструальна і передменструальна. В ці фази показники тестування виявилися кращими, тоді як в менструальну і овуляторну фази – вони погіршилися. У відсотковому відношенні значення потужності реверсу ( $W_{рев}$ , Вт), загальної роботи ( $A_{заг}$ , хв) в передменструальну фазу переважали над аналогічними показниками в овуляторну фазу на 2,3%, 4,9% і 2,3%, відповідно. Абсолютні показники фізичної працездатності –  $PWC_{170}$  і  $MCK$  були більшими у цю фазу на 2,5%, 1,3%, відповідно. Їх відносні значення у ці фази відрізнялися лише в межах 2%.

Тенденції, виявлені в наших дослідженнях, дещо відрізняються від відомих положень в науковій літературі щодо функціональних можливостей за фазами менструального циклу. Так, ряд фахівців відзначають значне зниження фізичної працездатності в менструальну, овуляторну і передменструальну і більш високий її рівень – в постменструальну і постовуляторну фазах [13-16]. Інші дослідники не відзначають суттєвих змін фізичної працездатності в залежності від фаз менструального циклу. Одночасно, існують думки і про індивідуальний характер прояву фізичної

Таблиця 1.

**Динаміка показників фізичної працездатності нетренованих дівчат 17-22 років на протязі менструального циклу (M±m)**

працездатності в залежності від фаз менструального циклу [1,6,8].

Результати тестування дівчат в усі фази менструального циклу достовірно не відрізнялися. Аналіз даних показав, що у кожен фазу ОМЦ присутній певний відсоток дівчат з високими і низькими показниками фізичної працездатності, що підтверджує індивідуальність прояву фізичної працездатності.

Для виявлення ступеню впливу окремих показників на рівень загальної фізичної працездатності дівчат проводився кореляційний аналіз цих показників з величиною прогнозованого інтегрального критерію фізичної працездатності – PWC<sub>170</sub>.

Проведений кореляційний аналіз показав, що в групі обстежених (табл. 2) величина фізичної працездатності мала міцні кореляційні зв'язки з часом, об'ємом і потужністю виконаної велоергометричної проби та максимального споживанням кисню, впродовж всього менструального циклу (діапазон r=0,91–1,0, p<0,001), що логічно підтверджує відому закономірність взаємозалежності цих критеріїв [2,4-5]. Однак, міцність зв'язків у кожен фазу МЦ коливалася в межах r=0,55–1,0. Так, з показником фізичної працездатності – PWC<sub>170</sub>, у розрахунку на 1 кг маси тіла міцні зв'язки зберігалися в постменструальну, овуляторну і постовуляторну (діапазон r=0,73–0,77, p<0,001), тоді як середньої сили зв'язки відмічені у менструальну і передменструальну фази (діапазон r=0,64–0,67, p<0,001). Відносне максимальне споживання кисню мали середнього ступеню зв'язки (діапазон r=0,55–0,67, p<0,05) в усі фази циклу окрім овуляторної, де зв'язок виявився більш міцним (r=0,71, p<0,05).

Зниження сили кореляційних зв'язків PWC<sub>170</sub> з його відносним показником у передменструальну і менструальну фази та з відносним показником максимального споживання кисню в усі фази можна пояснити впливом статевих гормонів у дівчат з різним типом рухової активності на процеси регуляції менструального циклу та зміною маси тіла, оскільки загальновідомим є факт збільшення маси тіла у передменструальну і менструальну фази порівняно з іншими фазами циклу.

Аналіз кореляційних взаємозв'язків показників фізичної працездатності, антропо-фізіометричних даних, критеріїв ефективності регуляції серцевої діяльності, енергетичного рівня, ЗФС мозку та варіаційної пульсометрії дозволили виявити численні, різної міцності, прямі і обернені зв'язки між відповідними групами показників у кожен фазу МЦ. За допомогою кореляційного аналізу з поміж 94 основних до-

Показники \ Фази	I	II	III	IV	V
Тзаг, хв	6,53±0,17	6,64±0,2	6,5±0,21	6,57±0,17	6,65±0,22
Азаг, кДж	21,55±1,08	22,35±1,29	21,48±1,43	21,81±1,12	22,55±1,59
Wрев, Вт	107,8±2,8	109,51±3,2	107,25±3,4	108,45±2,9	109,7±3,7
PWC <sub>170</sub> , кгм/хв	774,5±40,7	788,84±24,9	782,02±25,3	787,47±19,3	801,28±22,7
PWC <sub>170</sub> /кг, кгм/хв/кг	14,2±0,89	14,5±0,53	14,44±0,46	14,5±0,51	14,68±0,36
МСК, мл/хв	2556,7±69,1	2581,02±42,3	2569,43±43,1	2578,7±32,9	2602,2±35,5
МСК/кг, мл/хв/кг	47,02±1,59	47,53±1,2	47,43±1,02	47,53±1,24	47,85±0,87

сліджуваних виокремлено 31 перемінну з середньою і високою міцністю зв'язків.

Так, антропо-фізіометричні дані мали середню міцність зв'язків. Показник маси тіла обернено корелював з інтегральним значенням фізичної працездатності PWC<sub>170</sub> розрахованим на 1 кг маси тіла в овуляторну (r=-0,56) і постовуляторну (r=-0,52) і МСК/кг – в постменструальну (r=-0,5) і передменструальну (r=-0,51), позитивно – з PWC<sub>170</sub>/кг в менструальну (r=0,55) фази ОМЦ.

Обернений зв'язок відмічений з індексом маси тіла і відносними значеннями PWC<sub>170</sub> і МСК в постменструальну (r=-0,51, -0,59, відповідно) і постовуляторну (r=-0,61, -0,65, відповідно) фази МЦ. Із збільшенням міцності тілобудови в постменструальну фазу МЦ (r=0,52) збільшувались і значення МСК/кг. В овуляторну (r=-0,56, -0,58) фазу МЦ показники економичності і напруженості ССС корелювали з часом, об'ємом і потужністю виконаної роботи.

Впродовж всього менструального циклу спостерігався міцний зв'язок показників фізичної працездатності з пульсовою вартістю виконаної роботи (r=0,94–0,98), середній – з рівнем потужності організму в момент реверсу (r=0,55–0,8) та критерієм природу

Таблиця 2.

**Кореляційні взаємозв'язки PWC<sub>170</sub> з групою показників фізичної працездатності нетренованих дівчат у різні фази ОМЦ**

Фактор	Показник	Фази оваріально-менструального циклу				
		I	II	III	IV	V
PWC <sub>170</sub> , кгм/хв	Тзаг, хв	0,91*	0,95*	0,92*	0,93*	0,90*
	Азаг, кДж	0,91*	0,95*	0,92*	0,93*	0,90*
	Wрев, Вт	0,91*	0,95*	0,92*	0,93*	0,90*
	PWC <sub>170</sub> /кг, кгм/хв/кг	0,67*	0,74*	0,73*	0,77*	0,64*
	МСК, мл/хв	1,0*	1,0*	1,0*	1,0*	1,0*
	МСК/кг, мл/хв/кг	0,58**	0,64**	0,71*	0,67**	0,55**

Примітки: \* – p<0,001; \*\* – p>0,05.

внутрішньої потужності під впливом велоергометричного навантаження ( $r=0,61-0,73$ ). Кореляційний аналіз дозволив виявити обернений зв'язок з ЧСС пороговою, що свідчить про залежність адаптаційних можливостей від реактивності ЧСС у відповідь на навантаження в постменструальну ( $r=-0,5 - -0,64$ ), овуляторну ( $r=-0,52 - -0,53$ ) і передменструальну ( $r=-0,53 - -0,54$ ) та прямий міцний зв'язок в менструальну ( $r=0,52 - 0,72$ ) фази ОМЦ.

Також зареєстровано середній ступінь взаємозв'язків фізичної працездатності з модальними значеннями варіаційної пульсометрії в менструальну ( $r=0,61-0,72$ ) в момент реверсу, в овуляторну ( $r=0,5$ ) – у відносному спокої та в передменструальну ( $r=0,59-0,61$ ) фази ОМЦ визначеного на 5-й хвилині відновлення.

**Висновки.** Отже, показники фізичної працездатності дівчат знаходились в межах вікової норми. Їх значення були вищими в передменструальну, постменструальну і постовуляторну фази, тоді як зниження адаптаційних можливостей спостерігалось в менструальну і овуляторну фази оваріально-менструального циклу. Аналіз кореляційних зв'язків

показав значний вплив на фізичну працездатність студенток вихідного стану ССС, ефективності його регуляції та енергетичного рівня організму впродовж оваріально-менструального циклу.

Найменшу кількість зв'язків середньої і високої міцності зареєстровано в постовуляторну ( $n=47$ ) і передменструальну ( $n=51$ ), що свідчить про більш раціональну адаптивну відповідь на стресове фізичне навантаження у ці фази ОМЦ. Найбільшу кількість відповідних зв'язків відмічено в менструальну ( $n=56$ ) і овуляторну ( $n=57$ ) фази, що є свідченням ускладнення функціональної системи, менших адаптаційних можливостей, і яке у підсумку супроводжувалось зменшенням часу, об'єму і потужності велоергометричної роботи.

Загальний функціональний стан мозку мав менш виражений вплив на фізичну працездатність студенток.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у розширенні контингенту за віковими, статевими та професійними ознаками і більш поглибленому вивченні інших чинників, що впливають на динаміку функціональних можливостей організму.

## Література

1. Belina O.N. Osobennosti vrachebnyh nabljudenij za zhenshinami-sportsmenkami: v kn.: Sportivnaja medicina / O.N. Belina. – M.: Fizkul'tura i sport, 1980. – S. 238-246.
2. Bosenko A.I. Vyjavlenie funkcional'nyh vozmozhnostej serdechno-sosudistoj i central'noj nervnoj sistem u podrostkov pri naprjazhennoj myshechnoj dejatel'nosti: avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. biol. nauk: spets. 14.00.17. «Normal'na fiziologiya» / Anatolij Ivanovich Bosenko. – Tartu, 1986. – 25 s.
3. Bosenko A.I. Dinamika obshhego funkcional'nogo sostojanija mozga sportsmenok 17-22 let na protjazhenii menstrual'nogo cikla / A.I. Bosenko, N.A. Orlik, L.A. Evtuhova // Izvestija Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni Franciska Skoriny, Estestvennye nauki. – 2015. – № 3 (90). – S. 37-43.
4. Bosenko A.I. Otsinyuvannya rivnyia mobilizatsiyi funktsional'nykh rezerviv studentok molodshykh kursiv pedahohichnogo universytetu pry dozovanykh fizychnykh navantazhennyakh / A.I. Bosenko, I.I. Samokysh, S.V. Strashko, N.A. Orlyk // Pedagogika, psihologija i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta. – 2013. – № 11. – S. 3-9. doi:10/6084/m9.figshare.815867.
5. Bosenko A.I. Sposib diahnozyky funktsional'nykh rezerviv lyudyny. – Byul. № 8 Derzh. depart. intel. vlasnosti vid 15.08.2003 (11) 59144 A; (51)7A61V5/0205.
6. Vrublevskij E.P. Individualizacija podgotovki zhenshin v skorostno-silovyh vidah legkoj atletiki: avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni d-ra. ped. nauk: spec. 13.00.04 «Teorija i metodika fizicheskogo vospitaniya, sportivnoj trenirovki i ozdorovitel'noj fizicheskoy kul'tury» / Evgenij Pavlovich Vrublevskij. – Volgograd: VGAFK, 2008. – 56 s.
7. Davidenko D.N. Metodika ocenki mobilizatsii funktsional'nykh rezervov organizma po ego reakcii na dozirovannuju nagruzku / D.N. Davidenko // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta». – 2011. – № 12 (70). – S. 52-57.
8. Mihaljuk E.L. Diagnostika pogranychnyh i patologicheskikh sostojanij pri predel'nyh fizicheskikh nagruzkah v olimpijskom i professional'nom sporte: dis. ... d-ra med. nauk: 14.01.24. / E.L. Mihaljuk. – Dnepropetrovsk: [B.v.], 2007. – 430 s.
9. Mihaljuk E.L. Razlichija i shodstvo integral'nyh pokazatelej funktsional'nogo sostojanija sportsmenov vysokogo klassa, otlichajushhhsja po polu (obzor literatury) / E.L. Mihaljuk, T.S. Soboleva // Lechebnaja fizkul'tura i sportivnaja medicina. – 2013. – № 1 (109). – S. 36-43.
10. Orlik N.A. Variabel'nost' serdechnogo ritma sportsmenok 17-22 let v raznye fazy menstrual'nogo cikla / N.A. Orlik // Pryrodnychyj al'manakh. Biologichni nauky, vypusk 21: zbirnyk naukovykh prats' / Redkolehiya: V.P. Zav'yalov – holova, M.F. Boyko, A.M. Volokh [ta in.]. – Kherson: Vyd-vo PP Vyshemyrs'kyj V.S., 2015. – S. 87-96.
11. Samokysh I.I. Faktorna struktura funktsional'nykh mozhlyvostey divchatok molodshoho shkil'nogo viku / I.I. Samokysh // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu. – Kharkiv: KhDADM (KhKhPI), 2010. – № 1. – S. 105-108.
12. Sportivnaja medicina / L. Ja.-G. Shahlina, B.G. Kogan, T.A. Tereshhenko [i dr.]. – Kyiv: Naukova dumka, 2016. – 452 s.
13. Fizychny rozvytok ditej riznykh rehioniv Ukrainy (vypusk I, mis'ki shkolyari) / Za zah. redaktsiyeyu I.R. Barylaka i N.S. Pol'ky. – Ternopil': Ukrmedknyha, 2000. – 208 s.
14. Shahlina L. Ja.-G. Mediko-biologicheskie osnovy sportivnoj trenirovki zhenshin / L. Ja.-G. Shahlina. – K.: Naukova dumka, 2001. – 326 s.
15. Shahlina L. Ja.-G. Zdorov'e sportsmenok – odin iz aktual'nyh voprosov sovremennoj medicyny / L. Ja.-G. Shahlina, S.M. Futornij // Sportivnaja medicina. – 2003. – № 1. – S. 5-12.
16. Shakhlina L. The physical work capacity of female athletes and its determining factors / L. Shakhlina // IAAF. New Studies in Athletics. – 2000. – 15F, № 1. – P. 3747.

### МІЖСИСТЕМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СТУДЕНТОК 17–22 РОКІВ ВПРОДОВЖ ОВАРІАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛУ

Орлик Н. А., Босенко А. І.

**Резюме.** Метою даної роботи було дослідити фізичну працездатність дівчат 17–22 років, як інтегральний критерій функціональних можливостей організму та міжсистемну взаємодію її забезпечення впродовж оваріально-менструального циклу. У дослідженні прийняли участь 28 студенток 17–22 років з регулярним менструальним циклом у кожному його фазу. Разом проведено більше 160 обстежень. За результатами досліджень зареєстровано високу фізичну працездатність в передменструальну, постменструальну і постовуляторну фази ОМЦ. У ці фази відмічено найменшу кількість зв'язків ( $n=47-51$ ), що свідчить про жорсткість адаптивної відповіді на навантаження. Низька фізична працездатність зареєстрована в менструальну і овуляторну фази МЦ і супроводжувалась найбільшою кількістю зв'язків ( $n=56-57$ ). Кореляційний аналіз виявив середньої і високої міцності зв'язків з показниками ССС її ефективності регуляції і енергетичного рівня організму у стані відносного спокою. Загальний функціональний стан мозку мав менш виражений вплив на фізичну працездатність студенток.

**Ключові слова:** велоергометричне навантаження, студентки, менструальний цикл, функціональні можливості, адаптивна відповідь.

### МЕЖСИСТЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТУДЕНТОК 17–22 ЛЕТ НА ПРОТЯЖЕНИИ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

Орлик Н. А., Босенко А. И.

**Резюме.** Целью данной работы было исследовать физическую работоспособность девушек 17–22 лет, как интегральный критерий функциональных возможностей организма, и межсистемного взаимодействия ее обеспечения в течение оваріально-менструального цикла. В исследовании приняли участие 28 студенток 17–22 лет с регулярным менструальным циклом в каждую его фазу. Вместе проведено более 160 исследований. По результатам исследований зарегистрировано высокую физическую работоспособность в предменструальную, постменструальную и постовуляторную фазы ОМЦ. В эти фазы отмечено наименьшее количество связей ( $n = 47-51$ ), что свидетельствует об ужесточении адаптивного ответа на нагрузку. Низкая физическая работоспособность зарегистрирована в менструальную и овуляторную фазы МЦ и сопровождалась наибольшим количеством связей ( $n = 56-57$ ). Корреляционный анализ выявил средней и высокой прочности связей с показателями ССС ее эффективностью регуляции и энергетическим уровнем организма в состоянии относительного покоя. Общее функциональное состояние мозга имело менее выраженное влияние на физическую работоспособность студенток.

**Ключевые слова:** велоэргометрическая нагрузка, студентки, менструальный цикл, функциональные возможности, адаптивный ответ.

### INTERSYSTEM SUPPORT OF FUNCTIONAL CAPACITY OF FEMALE STUDENTS AGED 17–22 YEARS DURING OVARIAN-MENSTRUAL CYCLE

Orlyk N. A., Bosenko A. I.

**Abstract.** The functional status assessment of untrained women in terms of the compulsory annual medical examination includes a series of tests on physical fitness, which cannot determine their adaptive capabilities completely. The prepathological and pathological conditions occur on the background of incomplete examination and various high loads, provoking functional destabilization of all body systems, including reproductive.

*The aim of the research* was to examine the physical efficiency of girls aged 17–22 years as an integral criterion for the functional capabilities of the organism as well as intersystem interaction of its support during ovarian-menstrual cycle.

*Methods of the research.* The study involved 28 female students aged 17–22 years with a regular menstrual cycle in each of its phases. Girls did not engage in one sport, did not attend sport and fitness clubs, their physical activity included only attending compulsory physical education classes at the university, according to curriculum for 1–2 year students. The physical efficiency of girls was examined using technique of dosed cyclic load testing with reverse. This technique makes it possible to identify the indicators of physical efficiency and cardiovascular system response, to determine regulatory and energy components of the human organism systemic response. Correlation analysis for detection of possible links between certain parameters ( $n = 94$ ) was performed using SPSS Statistics 16.0.

*Results of the research.* According to the basic anthropometric parameters, the girls met the normative values and did not differ significantly from the girls of the same age of the Odessa region. Significant differences during the various phases of ovarian-menstrual cycle according to the average statistical data of physical efficiency were not determined. Insignificant increase in criteria for the overall physical performance of girls who did not engage in sports was observed in the post-menstrual and premenstrual phases of the menstrual cycle. The minimum of correlations ( $n = 47-51$ ) was determined during these phases, which indicated more rational adaptive response to the dosed physical load. Decrease in physical performance was recorded in the menstrual and ovulatory phases of the menstrual cycle, which was accompanied by the greatest number of interconnections ( $n = 56-57$ ), which indicated less adaptive capacity. Correlation analysis revealed the average and high strength connections with extracardiac parameters of cardiovascular system, effectiveness of its regulation and energy level of the organism

at relative muscular rest. Consequently, during the menstrual cycle the physical performance value  $PWC_{170}$  had strong relation to the overall time, volume, and capacity of the performed work in the closed cycle and according to the level of maximum oxygen consumption. The degree of stress on the regulatory mechanisms of the heart rhythm significantly effected the functional capabilities dynamics of girls aged 17-22 years, but the general functional state of the brain had less pronounced effect on the physical performance of female students.

**Conclusions.** The anthropometry data of the examined girls corresponded to the normative values of the same age girls of the Odessa region. The average statistical fluctuations in the level of physical performance during the ovarian-menstrual cycle were insignificant. The individual analysis has determined, that in each phase of the menstrual cycle 35-40% of girls presented both high and low values of physical performance, which indicated the individual manifestation of functional capabilities. The growth of physical efficiency was accompanied by the decrease in number and strength of intersystem connections of its support at muscular rest.

**Prospects for further research** include increase in the contingent number considering age, sex and professional characteristics and more detailed study of other factors affecting the dynamics of the organism functional capacity.

**Keywords:** veloergometric load, female students, menstrual cycle, functional capabilities, adaptive response.

*Рецензент – проф. Міщенко І. В.*

Стаття надійшла 12.11.2017 року

DOI 10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-404-408

УДК: 612:017.1+665.238+616.839-008+577.3

Соколенко В. Л., Соколенко С. В.

### СТРЕС-ІНДУКОВАНІ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ ТА ІМУННОЇ СИСТЕМИ У МЕШКАНЦІВ ТЕРИТОРІЙ, ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ

Черкаський національний університет  
ім. Богдана Хмельницького (м. Черкаси)

sokolenko@ukr.net

Дослідження є фрагментами кафедральних науково-дослідних програм, виконаних за замовленням МОН України: «Дослідження впливу вітамінів і їх комплексів на обмінні процеси в організмі та його захисні функції в нормальних фізіологічних умовах та в умовах дії малих доз радіації» (№ державної реєстрації 0101U004466) і «Дослідження впливу окремих вітамінів та їх комплексів на імунізаційні функції організму і обмін вуглеводів у процесі розвитку діабету в нормальних умовах та при дії малих доз радіації» (№ державної реєстрації 0102U007101); «Біохімічні, імуногенетичні та екологічні аспекти адаптації організму людини до екзогенних чинників» (№ державної реєстрації 0116U003828).

**Вступ.** Проблема патофізіологічних змін імунореактивності організму людини за умов радіаційного опромінювання та стресових впливів різної природи відображена у багатьох наукових сповіщеннях [2,9,13,15]. Вказується, що при цьому у процес формування імунних дисфункцій можуть включатися різноманітні додаткові етіологічні фактори, зокрема, порушення ліпідного обміну [10].

Раніше нами показано підвищення рівня загального холестерину (з досягненням максимальних гомеостатичних значень) в осіб з ознаками синдрому вегето-судинної дистонії, котрі проживали на радіаційно забруднених територіях. Це призводило до пригнічення процесів диференціювання функціонально зрілих Т-лімфоцитів на фоні відносно мобілізації лімфоцитарної ланки лейкограми. Дисфункції

специфічного імунітету до певної міри компенсувалися зростанням рівня гранулоцитарних клітин [2,7]. Також нами встановлено, що у студентів, котрі приїхали на навчання з територій, забруднених радіонуклідами, психоемоційне навантаження, зумовлене екзаменаційною сесією, викликало зниження багатьох показників специфічного імунітету, з виходом, у окремих випадках, за межі гомеостатичної норми [4,6]. Варто враховувати, що за умов емоційного стресу може змінюватися співвідношення ліпідних фракцій, які характеризують обмін холестерину в організмі [3,5].

**Мета досліджень:** з'ясувати особливості стрес-індукованих змін показників ліпідного профілю та імунної системи у осіб віком 18-24 роки, котрі зазнали пролонгованого впливу малих доз іонізуючого випромінювання.

**Об'єкт і методи дослідження.** Обстежено 100 студентів Черкаського національного університету, котрі приїхали на навчання з територій посиленого радіоекологічного контролю (IV-а радіаційна зона, щільність забруднення ґрунтів ізотопами  $^{137}\text{Cs}$  1-5  $\text{Кі/км}^2$ ). Серед них 50 осіб з ознаками вегето-судинної дистонії (ВСД) і 50 – без її ознак. Вік обстежених 18-24 років, всі вони на час обстеження не мали гострих інфекційних захворювань. Між показниками осіб різних статей не спостерігалось статистично вірогідної різниці, тому у подальшому їх розглядали як єдину сукупність.