

- 
- Aktual'ni problemi profesijno-prikladnoi fizichnoi pidgotovki, vol. 1, pp. 53–56.*
8. Ostapova O.O. (2013) "Professional and applied physical training of the students of the Ukrainian Universities of III-IV accreditation levels" *Visnik Chernigivs'kogo nacional'nogo pedagogichnogo universitetu, vol. 112, pp. 212–216.*
  9. Khalaidzhi S. V. (2010) "Professional and applied physical training of the students of energy specialties" *Aktual'ni problemi profesijno-prikladnoi fizichnoi pidgotovki, vol. 1, pp. 31–36.*
  10. Shmyhov P. (2006) "Features of professional and applied physical training of the students of higher pedagogical educational institutions" *Pedagogika, psikhologiya ta mediko-biologichni problemi fizchnogo vikhovannia i sportu, vol. 10, pp. 142–145.*
  11. Boichuk, R., Iermakov, S. and Nosko, M. (2017). Pedagogical conditions of motor training of junior volleyball players during the initial stage. *Journal of Physical Education and Sport, 17(1), 327–334.* – doi:10.7752/jpes.2017.01048.
  12. Boichuk, R., Iermakov, S., Nosko, M. and Kovtsun, V. (2017). Special aspects of female volleyball players' coordination training at the stage of specialized preparation. *Journal of Physical Education and Sport, 17(2), 884–891.* – doi:10.7752/jpes.2017.02135.

УДК 616.85-009.86

Сергій Бублик, Роман Файчак, Оксана Крижанівська

## МОНІТОРИНГ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ З ПРОЯВАМИ ВЕГЕТАТИВНОЇ ДИСФУНКЦІЇ

*Досліджено рівень кортизолу в слині, величину пульсового тиску, толерантність до фізичного навантаження в умовах стрес-тесту в студентів з проявами нейроциркуляторної дистонії. Встановлено, що в осіб з гіпотензивним і гіпертензивним типом нейроциркуляторної дистонії відмічається зниження базального рівня кортизолу в слині та його значний приріст в умовах стрес-тесту. Зміни рівня кортизолу, виявлені під час дослідження, поєднуються з низькою толерантністю до фізичного навантаження, погіршенням гемодинамічного забезпечення велоергометричної проби у цих осіб. Отримані результати можуть свідчити про наявність синдрому гіпоадренії в молодих людей з проявами нейроциркуляторної дистонії. Для оцінки нейрогормонального та гемодинамічного забезпечення термінової фази адаптації у молодих людей з симптомами нейроциркуляторної дистонії, оцінки ефективності оздоровчих та тренувальних програм необхідно ширше застосовувати навантажувальні проби.*

**Ключові слова:** нейроциркуляторна дистонія, фізичне навантаження, кортизол, гемодинаміка.

*The level of cortisol in saliva, the index of pulse pressure, tolerance to physical activity under conditions of stress-test in students with neurocirculatory dystonia. It has been established that in persons with hypotensive and hypertensive type of neurocirculatory dystonia there is a decrease in the basal level of cortisol in saliva and its significant increase in conditions of stress-test. Changes in the level of cortisol found during the study are combined with low tolerance to physical activity, a deterioration of hemodynamic provision of bicycle ergometric test in these individuals. The obtained results can indicate the presence of physical inactivity syndrome in young people with manifestations of neurocirculatory dystonia. To assess the neurohormonal and hemodynamic provision of the urgent phase of adaptation in young people with symptoms of neurocirculatory dystonia, the evaluation of the effectiveness of health and training programs need more extensive physical tests.*

**Key words:** neurocirculatory dystonia, physical activity, cortisol, hemodynamics.

**Постановка проблеми та аналіз останніх результатів досліджень.** Погіршення адаптаційних резервів серед молодих людей в останні роки вражає своєю стрімкістю, що пов'язано з розладами складних регуляторних механізмів організму. При цьому важливе місце належить вегетативній нервовій системі, дисфункція якої досить часто зустрічається у студентської молоді, у вигляді нейроциркуляторної дистонії (НЦД) [2; 8]. Тому НЦД розглядають як прояв загального дизадаптаційного синдрому, в основі якого лежать розлади нейроендокринної регуляції з множинними та різноманітними клінічними проявами, які виникають або посилюються на фоні стресорного впливу [3; 9]. Адаптація до стресу, це складний багаторівневий процес, який відбува-

ється на субклітинному, клітинному та системному рівнях з каскадною мультигормональною реакцією, де значна роль відводиться гіпоталамо-гіпофізарно-наднирниковій системі, в якій одне з провідних місць займає кортизол, особливо в умовах сильного стресорного впливу [4; 7]. У більшості випадків на практиці, контроль за станом адаптації організму до інтенсивних та тривалих фізичних навантажень здійснюється за динамікою суб'єктивної симптоматики, за інтегративними показниками кардіореспіраторної системи [2; 6], однак вони мало відображають гормональну регуляцію організму в фазу стресорного напруження, в фазу опору [3–5]. Тому оцінка гормональної відповіді в умовах стрес-тесту при вегетативних дисфункціях в юнацькому віці представляє певний науковий інтерес.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Представлені результати дослідження є фрагментом комплексної роботи “Статевий диморфізм в механізмах адаптації до стресорних навантажень в юнацькому віці під час спортивно-оздоровчих занять”, державний реєстраційний номер 0113U002431.

**Мета дослідження:** дослідити рівень кортизолу в слині, величину пульсового тиску, толерантність до фізичного навантаження в умовах стрес-тесту в студентів з проявами нейроциркуляторної дистонії.

**Матеріал і методи дослідження.** У дослідженні брали участь 79 студенток віком 17–20 років. З них, 67 із спеціальних медичних груп з ознаками НЦД склали основну групу дослідження: у 23-х – відмічався гіпотензивний, у 21 – кардіальний і у 23 – гіпертензивний тип дистонії. Решта 12 студенток були практично здорові, які склали контрольну групу.

Для моделювання стресорної ситуації, оцінки толерантності до фізичних навантажень використовували велоергометричну пробу, яку проводили на цифровому велоергометрі “Siemens” (Germany) за протоколом “Cornell” – східчаста проба, яка безперервно зростала кожні 2 хвилини на 25 Вт. Пробу припиняли після досягнення субмаксимального навантаження або виникнення загального втомлення, запаморочення, наростаючого головного болю, вираженої задишки, різкого підвищення артеріального тиску тощо [1; 6].

У молодих людей основної і контрольної груп визначалась імуноферментним методом базальна секреція кортизолу в слині, також досліджувався його рівень на висоті дозованого фізичного навантаження. Визначення концентрації кортизолу в слині має декілька переваг у порівнянні з визначенням кортизолу в сироватці чи плазмі: цей метод неінвазивний, не потребує екстракції, що має місце при визначенні вільного кортизолу в крові, так як слина не містить зв'язуючих білків альбуміну чи транскортину, не містить метаболітів кортизолу, як сеча. Цей метод точно відображає вміст вільного кортизолу в крові і широко використовується для його динамічного контролю. У дослідженні використовували ферментнозв'язаний імуносорбентний набір DRG Salivary Cortisol ELISA KIT (Німеччина). Слину збирали вранці до навантаження і на висоті ВЕМ-проби. Рівень кортизолу в слині визначався на аналізаторі “Stat Fax 303 Plus” (USA).

В умовах стрес-тесту визначався також рівень пульсового тиску (ПТ), який відображає взаємодію між скоротливою функцією лівого шлуночка і розтяжністю магістральних артерій [6].

Ступінь вірогідності отриманих результатів оцінювався за допомогою пакета статистичних програм Statistica v. 6.1 (США) та рекомендацій О. Ю. Ребрової (2002).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Проведена велоергометрія дозволила встановити достовірне зниження толерантності до фізичного навантаження в осіб

з проявами НЦД. Найнижчими виявилися показники, отримані при гіпотонічному типі дистонії  $93,18 \pm 4,09$  Вт, при кардіальному і гіпертензивному, відповідно  $110,00 \pm 4,59$  Вт і  $119,32 \pm 4,14$  Вт, проти результату контрольної групи –  $143,75 \pm 9,33$  Вт (табл. 1).

Дослідження базальної секреції кортизолу виявило її достовірне зниження ( $p < 0,05$ ) серед студентів із гіпотензивним та гіпертензивним типом НЦД, відповідно  $4,30 \pm 0,17$  нг·мл<sup>-1</sup> і  $4,45 \pm 0,18$  нг·мл<sup>-1</sup>, у порівнянні з результатом, отриманим у студентів контрольної групи –  $6,24 \pm 0,26$  нг·мл<sup>-1</sup>. У той же час у осіб із кардіальним типом дистонії базальний рівень кортизолу достовірно не відрізнявся від показників контрольної групи (табл. 1).

Таблиця 1

**Стан толерантності до фізичного навантаження, рівня кортизолу в слині та пульсового тиску в умовах стрес-тесту в молодих людей юнацького віку**

Тип НЦД	Кортизол (нг·мл <sup>-1</sup> )		Пульсовий тиск (мм рт. ст.)		ВЕМ проба (Вт)
	до ВЕМ проби	на висоті ВЕМ проби	до ВЕМ проби	на висоті ВЕМ проби	
Гіпотонічний	$4,30 \pm 0,17$	$5,90 \pm 0,10^{***}$	$32,50 \pm 1,34$	$39,40 \pm 3,16^*$	$93,18 \pm 4,09^{***}$
Кардіальний	$6,00 \pm 0,24$	$7,19 \pm 0,15^{**}$	$38,89 \pm 2,61$	$64,20 \pm 6,75^{***}$	$110,00 \pm 4,59^{**}$
Гіпертонічний	$4,45 \pm 0,18$	$6,59 \pm 0,14^{***}$	$46,88 \pm 2,10$	$66,6 \pm 4,18^{**}$	$119,32 \pm 4,14^{**}$
Контроль	$6,24 \pm 0,26$	$6,88 \pm 0,11^*$	$38,50 \pm 1,56$	$51,60 \pm 3,78^{***}$	$143,75 \pm 9,33$

Примітк: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Подібні зміни серед молодих людей із гіпотензивним і гіпертензивним типом НЦД можуть свідчити про можливе зниження глюкокортикоїдної функції надниркових залоз, що пов'язують з хронічним емоційним стресом, нейрогуморальними порушеннями, які обмежують секрецію кортизолу – надлишок норадреналіну та викликають розлади регуляторних механізмів гіпоталамо-гіпофізарного комплексу в першу стадію стресу – стадію тривоги [4; 9]. Можливо в подібній ситуації певне значення можуть мати й порушення циркадного ритму його секреції.

На висоті стрес-тесту відмічався достовірний приріст рівня кортизолу в осіб із гіпотензивним типом НЦД на 37,21% ( $p < 0,001$ ) і на 48,1% ( $p < 0,001$ ) при гіпертензивному типі дистонії (табл. 1). У студентів із кардіальним типом дистонії приріст цього показника був нижчим – 19,83% ( $p < 0,01$ ) У групі здорових студентів рівень кортизолу на висоті вищого ступеня велоергометричної проби зазнав меншого зростання – 10,26%, з  $6,24 \pm 0,26$  нг·мл<sup>-1</sup> до  $6,88 \pm 0,11$  нг·мл<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ).

Надмірний приріст кортизолу у хворих на НЦД на висоті стрес-тесту (стадія опору) може свідчити про надмірну активність симпатико-адреналової осі. У подібних умовах надмірний викид кортизолу сприяє мобілізації функції органів і тканин, відповідальних за адаптацію, їх енергозабезпечення. При цьому конверсія протеїнів, жирів і вуглеводів у енергію швидко завершується, починається стадія виснаження, що проявляється при НЦД зменшенням потужності навантаження під час велоергометрії [3; 5].

При НЦД зазнає змін серцево-судинний компонент механізмів адаптації. Так, дослідження вихідних показників пульсового тиску (табл. 1) виявили, що при гіпотензивному типі НЦД спостерігалася найнижча величина ПТ –  $32,50 \pm 1,34$  мм рт. ст., у порівнянні з показником контрольної групи –  $38,50 \pm 1,56$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ) перевищувала показники контрольної групи. При кардіальному типі дистонії аналогічний показник достовірно не різнився з результатами, отриманими в здорових студентів.

На висоті фізичного навантаження спостерігався приріст ПТ у осіб із кардіальним типом дистонії на  $65,08 \pm 3,36\%$  ( $p < 0,001$ ) у осіб із гіпертензивним типом НЦД – на

42,06±2,81% ( $p<0,01$ ), при гіпотензивному типі – на 21,23±3,46% ( $p<0,05$ ). У групі здорових студентів приріст пульсового тиску становив 34,03±4,13%. При цьому приріст ПТ при гіпертензивному – 66,6±4,18 мм рт. ст. та кардіальному – 64,20±6,75 мм рт. ст. типі НЦД в умовах стрес-тесту достовірно ( $p<0,05$ ) переважав результати приросту, отримані в контрольній групі 51,60±3,78 мм рт. ст. Подібна реакція ПТ при нейроциркуляторній дистонії може бути предиктором майбутніх судинних ускладнень у цієї категорії молодих людей [10].

Таким чином, в умовах стрес-тесту при всіх типах НЦД виявлялися ознаки функціональної неповноцінності серцево-судинної системи у вигляді недостатніх або надмірних коливань пульсового тиску, які поєднувалися з розладами нейрогуморальної та метаболічної регуляції, із зниженням толерантності до фізичних навантажень.

Низький базальний рівень кортизолу в населення останнім часом пов'язують із функціональною недостатністю наднирників – синдромом гіпоадренії, який супроводжується зниженням працездатності, швидким втомленням, погіршенням психічного самопочуття, функціональною гіпоглікемією, дефіцитом енергії і, відповідно, зниженням толерантності до стресорного впливу.

Дефіцит базального рівня кортизолу (гіпоадренія) може свідчити про тривалу реакцію тривоги, хронічний стрес, які мають місце серед хворих на НЦД [3; 8].

Рівень кортизолу є одним із індикаторів стану термінової адаптації, тому його значне підвищення в умовах стресорного впливу може свідчити про порушення закону зворотного зв'язку. Коли до мозку припиняє поступати інформація про надлишок кортизолу і секреція АКТГ не припиняється, настає стадія виснаження [4; 5]. Неадекватне гормональне забезпечення гострого фізичного навантаження (ВЕМ-проби) при НЦД можливо пов'язане із значною активністю норадреналової ланки стрессистеми і (або) недостатньою активністю стреслімітуючих систем, що сприяє гемодинамічним порушенням, зниженню толерантності в умовах стрес-тесту, суб'єктивним змінам [7; 8].

Гостре фізичне навантаження в молодих людей з проявами НЦД призводить до виникнення чи посилення нейроендокринного дисбалансу, порушень метаболізму, мікроциркуляції, що обмежує переносимість стресу. Тому для оцінки гомеостатичних резервів організму, стану адаптаційних механізмів, виявлення гіпоадренії можна рекомендувати дослідження рівня кортизолу в слині, пульсового тиску в умовах стреснавантаження.

Виявленні зміни у хворих на НЦД потребують своєчасної корекції, в останні роки важлива роль відводиться немедикаментозним способам оздоровлення при вегетативних дисфункціях в юнацькому віці.

### **Висновки.**

1. Для оцінки гормонального та гемодинамічного забезпечення термінової фази адаптації у молодих людей з проявами НЦД необхідно застосовувати велоергометричну пробу.

2. Стан адаптаційних механізмів при НЦД у молодих людей юнацького віку пов'язаний з рівнем секреції гормонів гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової осі. Динаміка показників кортизолу в слині може служити предиктором гемодинамічних, метаболічних порушень в умовах стресу, синдрому гіпоадренії. Посилена секреція кортизолу на висоті фізичного навантаження при НЦД є одним із важливих механізмів термінової адаптації організму хворого. З іншого боку, підвищений рівень кортизолу стимулює процеси катаболізму, вільнорадикального окислення ліпідів, розлади мікроциркуляції, що обмежує фізичну активність.

3. Знижена толерантність до фізичного навантаження у хворих на НЦД протікає з порушеннями взаємодії між скоротливою функцією лівого шлуночка і розтяжністю магістральних артерій (пульсового тиску), що свідчить про відносно погіршення кровопостачання м'язів, внутрішніх органів і систем в умовах стрес-тесту.

**Перспектива подальших досліджень.** Отриманні результати свідчать про необхідність подальшого вивчення механізмів адаптації до стресорного впливу при НЦД серед молоді і можливостей їх оптимізації через застосування систематичних дозованих фізичних навантажень.

1. Амосова Е. Н. Стресс-тесты в кардиологии: возможности и нерешенные проблемы / Е. Н. Амосова, Е. В. Андреев // Серце і судини. – 2006. – № 4. – С. 10–12.
2. Аникин В. В. Нейроциркуляторная дистония у подростков / В. В. Аникин, А. А. Курочкин, С. М. Кушнир. – Тверь, 2000. – 110 с.
3. Вейн А. М. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение / А. М. Вейн. – М. : Медицинское информационное агенство, 2003. – 752 с.
4. Гаркави Л. Х. Адаптационные механизмы и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколо-ва. – Ростов-на-Дону : Изд-во РУ, 1990. – 223 с.
5. Дубинин В. А. Регуляторные системы организма / В. А. Дубинин, В. И. Сивоглазов, В. В. Каменский. – М. : Дрофа, 2003. – 386 с.
6. Литвинець Л. Я. Гемодинамічне забезпечення фізичних навантажень у підлітків, хворих на нейроциркуляторну дистонію / Л. Я. Литвинець, І. П. Вакалюк // Архів клінічної медицини. – 2003. – № 1 (2). – С. 54–56.
7. Меерсон Ф. З. Адаптационная медицина: Механизмы и защитные эффекты адаптации / Ф. З. Меерсон. – М. : Нурохіа Medical, 1993. – 331 с.
8. Огороков А. Н. Нейроциркулярная дистония / А. Н. Огороков, Н. П. Базенко. – М. : Мед. лит., 2004. – 192 с.
9. Фоякіна В. А. Кардионеврология / А. В. Фоякіна, З. А. Суслиной. – ИМА-ПРЕСС, 2011. – 264 с.
10. Verdecchia P. Ambulatory pulse pressure: a potent predictor of total cardiovascular risk in hypertension / P. Verdecchia, G. Schillaci, C. Borgioni // Hypertension. – 1998. – Vol. 32. – P. 983–988.

#### References:

1. Amosova, E.N. and Andreev, E.N. (2006), "Monitoring of tolerance to physical activity of students with manifestations of vegetative dysfunction", *Sertse i sudyny*, no. 4, pp. 10–12.
2. Аныкын, V.V., Kurochkin, A.A. Kushnir, S.M. (2000), *Neurotsirkulyatornaya dystoniya u podrostkov* [Neurocirculatory dystonia in adolescents], Tver, Russia.
3. Vein, A.M. (2003), *Vehetativnyye rasstroystva: klynyka, dyahnostyka, lechenye* [Vegetative disorders: clinic, diagnosis, treatment], Medytsynskoye ynformatsyonnoye ahenstvo, Moscow, Russia.
4. Harkavy, L.Kh., Kvakyna, E.B. and Ukolova, M.A. (1990), *Adaptatsyonnyye mekhanyzmy y rezystentnost' orhanyzma* [Adaptive mechanisms and resistance of the organism], Rostov-na-Donu, Russia.
5. Dubynyn, V.A., Syvohlazov, V.Y. and Kamenskiy, V.V. (2003) *Rehulyatornyye systemy orhanyzma* [Regulatory systems of the body], Drofa, Moscow, Russia.
6. Lytvynets', L.Ya. and Vakalyuk, I.P. (2003), "Hemodynamic support of exercise in adolescents with neurocirculatory dystonia", *Arkhiv klinichnoyi medytsyny*, no.1 (2), pp. 54–56.
7. Meerсон, F.Z. (1993), *Adaptatsyonnaya medytsyna: Mekhanyzmy y zashchytnyye effekt adaptatsyy* [Adaptive medicine: Mechanisms and protective effects of adaptation ], Nurохіа Medical, Moscow, Russia.
8. Okorokov, A.N, and Bazenko, N.P (2004), *Neurotsirkulyarnaya dystoniya* [Cardiopsychoneurosis ], Med. lyt., Moscow, Russia.
9. Fonyakyna, V.A. and Suslynoy, Z.A., (2011), *Kardyonevrolohiya* [Cardio-neurology], YMA-PRESS, Moscow, Russia.
10. Verdecchia, P., Schillaci, G. and Borgioni, C. (1998) "Ambulatory pulse pressure: a potent predictor of total cardiovascular risk in hypertension", *Hypertension*, vol. 32, pp. 983–988.