

ASCORBIC ACID ANTIOXIDANT ACTIVITY AS A CRITERION OF ADAPTATION ABILITIES OF PUPILS IN THE PROCESS OF PHYSICAL TRAINING AT BASIC SCHOOL

Bosenko A. I., Filiptsova K. A., Gynzhu M. M., Pertaia O. V., Shavinina A. O.

Abstract. The article presents the results of studies regarding ascorbic acid antioxidant activity in pupils of basic school and its importance in providing the adaptive abilities of the children's organism to dosed physical loads with reverse. The study involved 178 boys aged 8–16 years, who have performed cycle ergometric muscular activity with reverse. Children were divided into groups according to age and level of physical condition. Functional condition control of examined children was provided by the complex of methods, which included anthropophysiological (body length, body weight, chest circumference, arm strength), as well as functional parameters of the cardiovascular system (systolic and diastolic blood pressure, electrocardiography, heart rate) and the central nervous system parameters (general functional state of the brain). On the basis of the data obtained, it can be determined that the antioxidant activity of ascorbic acid has presented the age-related dependence in ontogeny, which manifested itself in its decrease with the age increase of the pupils (inverse proportion). Performance of dosed physical loads with reverse caused significant decrease in ascorbic acid antioxidant activity in all age groups, regardless of the level of children's physical condition. In groups of children with low physical activity and young athletes, the low levels of ascorbic acid antioxidant activity were detected at all stages, compared to the groups of children with high physical activity and children, who did not engage sport activities, and its recovery was less active due to systemic organism response of children and adolescents, which manifested itself in the functional activity of the brain, cardiovascular and respiratory systems, and deeper mobilization of adaptive reserves. Muscular performance in children with low physical activity and children involved in sports has resulted in deeper state of stress mobilization mechanisms of body reserves. The results of the study have determined, that body age increase and systematic training loads in response to intensive physical exertion resulted in severe vitamin deficiency of ascorbic acid caused by its active expenditure. Deficiency of ascorbic acid in the body leads to the decrease in antioxidant activity, which proves its importance as direct antioxidant agent in adaptation processes. In case of intensive muscular activity, the accumulation of free radical oxidation products in the organism occurs, which causes disorders in physiological balance between the processes of lipid peroxidation and level of antioxidant protection, and indicates the intensity of the compensatory mechanisms and adaptive capabilities of the antioxidant system to physical loads.

Keywords: ascorbic acid, antioxidant system, physical loading, adaptive abilities, schoolchildren.

Рецензент – проф. Міщенко І. В.

Стаття надійшла 19.10.2017 року

DOI 10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-394-399

УДК: 57043:591.111.1:612118

*Ніпом О. Є., *Єршова Н. А., *Шапкіна О. О., **Логінова О. О., *Єршов С. С.

ВПЛИВ ФЕНІЛГІДРАЗИНУ НА ЧУТЛИВІСТЬ ЕРИТРОЦИТІВ ССАВЦІВ ДО ГІПЕРТОНІЧНОГО ШОКУ

*Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України

(м. Харків)

**Харківська медична академія післядипломної освіти (м. Харків)

nipotel71@gmail.com

Робота виконана відповідно до наукового напрямку роботи відділу кріоцитології ІПКіК НАН України «Дослідження чутливості еритроцитів ссавців до охолодження, дегідратації і заморожування при дії модифікуючих факторів і кріопротекторів» (№ державної реєстрації 0114U0001318).

Вступ. Кріоконсервування еритроцитів супроводжується рядом процесів, що негативно впливають на клітини і призводять, частково, до втрати їх функцій або повного руйнування [6,7]. Одним з таких факторів є формування гіпертонічного середовища, до якого потрапляють клітини після виморожування води з розчину. Для вивчення дії цього фактору на клітини використовують модель гіпертонічного шоку, який полягає в перенесенні клітин в гіпертонічне середовище при постійних позитивних значеннях температури [2].

Дія гіпертонічного шоку на еритроцити ссавців досить широко вивчена. Зокрема, для клітин людини і деяких ссавців показано позитивний вплив часткової попередньої дегідратації на стійкість до гіпертонічного шоку [1,5,8]. Однак, природа цього захисного ефекту не зовсім ясна.

Мета дослідження: вивчити вплив обробки фенілгидразином на чутливість еритроцитів ссавців до гіпертонічного шоку після часткової попередньої дегідратації.

Об'єкт і методи дослідження. Еритроцити одержували з донорської крові людини, бика, щура та коня, що була заготовлена на гемоконсерванті «Глюгіцир» (Біофарма, Україна). Після видалення плазми еритромасу двічі відмивали шляхом центрифугування при 1500 g протягом 3 хв. в 10-кратному об'ємі фізіологічного розчину (0,15 M NaCl, 0,01 M

фосфатний буфер, рН 7,4) і зберігали у вигляді щільного осаду не більше двох годин при температурі 0°C. Всі середовища готували на 0,01 М фосфатному буфері, рН 7,4. Концентрацію розчинів контролювали вимірюванням осмолярності на осмометрі ОМКА 1Ц-01 (Україна).

Клітини піддавали гіпертонічному стресу шляхом перенесення в розчин, що містить 4,0 М NaCl (гематокрит 0,4%), на 5 хв. при температурі 37 і 0°C. Рівень гемолізу розраховували за формулою: Гемоліз = $(1 - A / A_0) \cdot 100\%$, де A – оптична щільність досліджуваного зразка після завершення гемолізу, A₀ – оптична щільність контрольного зразка, що відповідає 0% гемолізу.

Попередню інкубацію еритроцитів ссавців (50 мкл) здійснювали в 0,5 мл розчину, що містить 0,3 моль/л NaCl для еритроцитів щура, 0,4 моль/л NaCl для еритроцитів людини і коня, 1,0 моль / л NaCl для еритроцитів бика. Температура інкубації 37 та 0°C.

Модифікацію цитоскелету еритроцитів здійснювали розчином фенілгідазину в кінцевій концентрації 1 мМ за методом [3]. Клітини в умовах постійного перемішування (гематокрит 5%) інкубували у фізіологічному розчині (0,15 М NaCl, 0,01 М фосфатний буфер, рН 7,4) при температурі 37°C протягом 10 хв. В кінці періоду інкубації еритроцити двічі відмивали фізіологічним розчином і використовували в подальшій роботі.

В роботі використовували фенілгідазин фірми «Sigma» і реактиви вітчизняного виробництва кваліфікації «Х.Ч.» і «Ч.Д.А.».

Експериментальні результати представлені у вигляді середнього арифметичного \pm стандартна помилка середнього. Статистичну оцінку даних проводили за критеріями Mann-Whitney і ANOVA. Відмінності між групами вважали статистично достовірними при P < 0,05.

Результати досліджень та їх обговорення. На **рисунку 1** представлені результати по впливу фенілгідазину на рівень гемолізу нативних і попередньо дегідратованих еритроцитів людини в гіпертонічному розчині NaCl.

Видно, що обробка фенілгідазином знижує чутливість нативних клітин до гіпертонічного шоку при 37°C і збільшує – при 0°C. Попередня дегідратація значно знижує рівень гемолізу еритроцитів в умовах гіпертонічного шоку, причому це справедливо як для нативних, так і для оброблених фенілгідазином клітин.

Аналогічні дослідження були проведені для еритроцитів щура (**рис. 2**), бика (**рис. 3**) і коня (**рис. 4**). Еритроцити бика і щура, що були піддані обробці фенілгідазином, показали зниження чутливості до гіпертонічного шоку при 37°C і збільшення при 0°C.

Для клітин коня попередня обробка фенілгідазином приводила до збільшення гіпертонічної чутливості у всіх випадках. Частково зневоднені клітини ссавців показали зниження на гіпертонічної чутливості в тій чи іншій мірі при обох температурах. Причому для еритроцитів бика (37°C) і коня (0, 37°C) захисний ефект дегідратації зберігався навіть в умовах попередньої обробки фенілгідазином, так само як і для еритроцитів людини. Для дегідратованих еритроцитів щура спостерігалось збільшення гіпертонічної чутливості після обробки фенілгідазином.

Відомо, що еритроцити ссавців характеризуються видовими особливостями складу і будови мембран, внутрішньоклітинного іонного складу, геометричних і фізико-хімічних характеристик [12, 15]. Все це обумовлює їх різну чутливість до гіпертонічного шоку.

Однак, незважаючи на виявлені відмінності, дослідження впливу факторів, які підвищують стійкість еритроцитів до негативного впливу факторів навко-

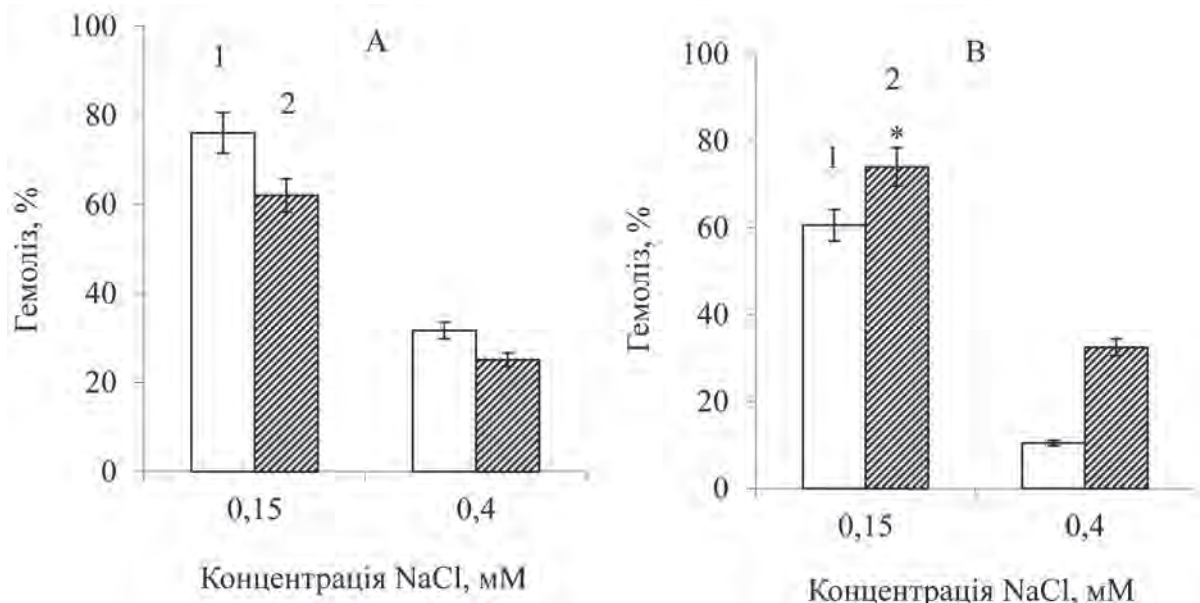


Рис. 1. Вплив фенілгідазину (1,0 ммоль/л) на рівень гіпертонічного гемолізу (4,0 моль/л NaCl) еритроцитів людини після попередньої інкубації в середовищах з концентрацією NaCl 0,15; 0,4 моль/л при температурі: А – 37°C; В – 0°C. 1 – контроль, 2 – фенілгідазин.

* – вірогідно в порівнянні з необробленими фенілгідазином еритроцитами, P < 0,05.

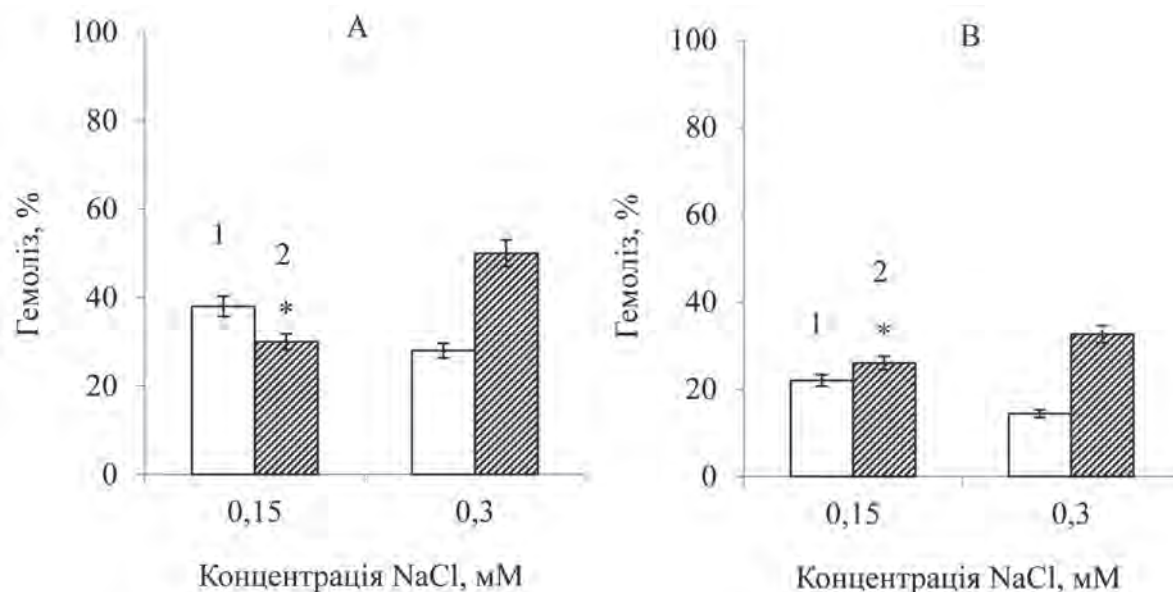


Рис. 2. Вплив фенілгідазину (1,0 ммоль/л) на рівень гіпертонічного гемолізу (4,0 моль/л NaCl) еритроцитів щура після попередньої інкубації в середовищах з концентрацією NaCl 0,15; 0,3 ммоль/л при температурі: А – 37°C; В – 0°C. 1 – контроль, 2 – фенілгідазин.

* – вірогідно в порівнянні з необробленими фенілгідазином еритроцитами, $P < 0,05$.

лишнього середовища, виявили багато спільних рис у видових популяціях еритроцитів. Так, для кожного з досліджених видів ссавців було показано позитивний вплив попереднього зневоднення на чутливість еритроцитів до гіперосмотичним розчинів [1,4,8].

Як видно з **рисунків 1-4**, захисна дія зневоднення проявляється для еритроцитів людини, бика, коня і щури, як при температурі 37°C, так і при температурі 0°C. Виняток становлять еритроцити бика, для яких не спостерігається зниження гемолізу при 0°C. Ступінь захисту різна для досліджених видів ссавців, що може бути пов'язано як з особливостями в організації цитоскелет-мембранного комплексу, так і з

різною дифузійною проникністю для води мембран досліджених ссавців [9].

Фенілгідазин в даному дослідженні виступає як модифікатор клітинної мембрани, який може впливати на характер реакції еритроцитів на той чи інший стресовий вплив [3,4,5]. Відомо, що фенілгідазин діє, перш за все, на цитоскелетний комплекс мембрани, викликаючи деградацію спектрина і основних цитозольних білків, викликає окислення гемоглобіну, змінює його взаємодію з мембранним скелетом, що призводить до збільшення жорсткості мембрани і зменшення здатності клітини до деформування [10,11,14,16]. У роботі [11] відзначається, що обробка еритроцитів концентраціями фенілгідазину

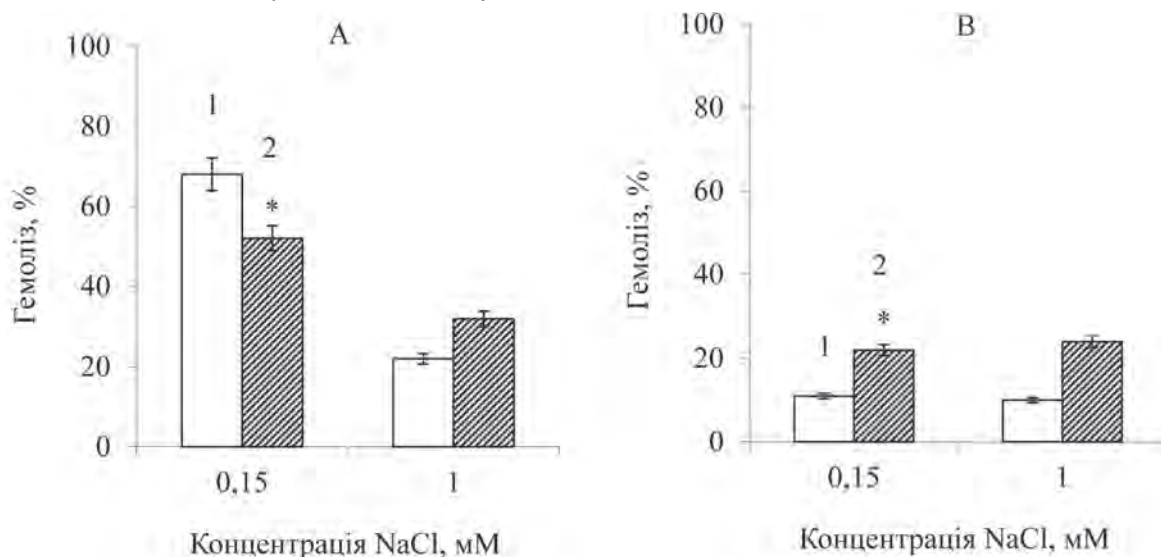


Рис. 3. Вплив фенілгідазину (1,0 ммоль/л) на рівень гіпертонічного гемолізу (4,0 моль/л NaCl) еритроцитів бика після попередньої інкубації в середовищах з концентрацією NaCl 0,15; 1,0 ммоль/л при температурі: А – 37°C; В – 0°C. 1 – контроль, 2 – фенілгідазин.

* – вірогідно в порівнянні з необробленими фенілгідазином еритроцитами, $P < 0,05$.

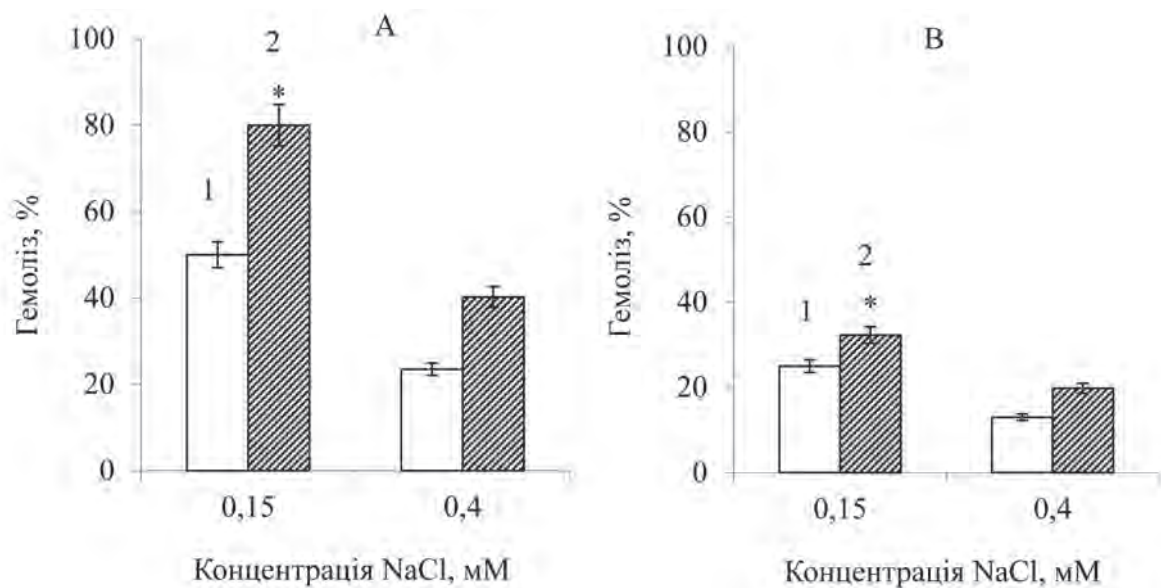


Рис. 4. Вплив фенілгідазину (1,0 ммоль/л) на рівень гіпертонічного гемолізу (4,0 моль/л NaCl) еритроцитів коня після попередньої інкубації в середовищах з концентрацією NaCl 0,15; 0,4 моль/л при температурі: А – 37°C; В – 0°C. 1 – контроль, 2 – фенілгідазин.

* – вірогідно в порівнянні з необробленими фенілгідазином еритроцитами, $P < 0,05$.

до 1 мМ, яка зокрема використовувалася в даній роботі, супроводжується зміною розподілу фосфатидилхоліну і фосфатиділетаноламіну між моношарами мембрани, зокрема, не впливаючи на мембранні білки. В той же час при більш високих концентраціях фенілгідазину зміни в упаковці мембранних ліпідів можуть бути наслідком деградації білків цитоскелету мембрани [13].

З огляду на те, що еритроцити ссавців відрізняються за вмістом та розподілом як фосfolіпідів, так і цитоскелетних білків [12,15], можна припустити, що зміна їх реакції на шоківий вплив після обробки фенілгідазином буде проявлятися по-різному. Так, для еритроцитів коня характерна відсутність білка смуги 4.2, який є проміжною ланкою між цитоплазматичною мережею і інтегральними білками і грає важливу роль в підтримці стабільності і гнучкості мембрани еритроцита [12]. Можна припустити, що взаємодія фенілгідазину з білками цитоскелету еритроцитів коня призводить до більшої дестабілізації в порівнянні з клітинами інших тварин та, як наслідок, збільшення чутливості модифікованих клітин до гіпертонічного впливу. Зменшення гіпертонічної чутливості еритроцитів людини, щура та бика після

обробки фенілгідазином може бути пов'язано з частковою полімеризацією білків цитоскелету і гемоглобіну [10,16], збільшенням в'язкості цитоплазми клітини, що і робить клітину більш стійкою до гіпертонічного шоку.

Висновки. З отриманих даних можна зробити висновок, що захисна дія дегідратації на еритроцити ссавців не пов'язана зі змінами в цитоскелет-мембранному комплексі, оскільки його модифікація не призводить до зміни її впливу для трьох з чотирьох досліджуваних видів. Більш ймовірним є зменшення механічної напруги на мембрані внаслідок зниження градієнта осмотично активних речовин між внутрішньоклітинним і позаклітинним середовищем. Зменшення градієнта осмолярності на мембрані внаслідок дегідратації призводить до зниження механічного навантаження і зменшення пошкодження клітини.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження варто провести з залученням кріопротекторних речовин, приймаючи до уваги захисний ефект дегідратації по відношенню до еритроцитів під час впливу гіпертонічних середовищ.

Література

1. Aleksandrova D.I. Sravnitel'noye issledovaniye chuvstvitel'nosti predvaritel'no obezvozhennykh eritrotsitov cheloveka i byka k gipertonicheskomu stressu / D.I. Aleksandrova, N.V. Orlova, N.M. Shpakova // Problemy kriobiologii. – 2007. – Т. 17, № 4. – С. 327-334.
2. Vliyaniye glitserina na ustoychivost' eritrotsitov cheloveka k gipertonicheskomu i mekhanicheskomu stressu / N.M. Shpakova, N.V. Orlova, Ye.Ye. Nipot [та ін.] // Vnsnik problem bnolognn n meditsini. – 2013. – Т. 2, № 3. – С. 352-355.
3. Vliyaniye fenilgidrazina na chuvstvitel'nost' eritrotsitov mlekopitayushchikh k gipotonicheskomu i gipertonicheskomu shoku / D.I. Aleksandrova, N.M. Shpakova, Ye.Ye. Nipot, O.A. Oleynik // Problemi zoonzhenernn ta veterinarnon meditsini. – 2009. – № 19. – С. 160-165.
4. Vpliv fenilgidrazinu na gipertonichnu chutlivnst' poperedn'o znevodnenikh yeritrotsitny ssavtsny / N.M. Shpakova, D.H. Aleksandrova, O.O. Olhnyk, V.A. Bondarenko // Vnolognyu tvarin. – 2008. – Т. 10, № 2. – С. 156-163.

5. Yershova N.A. Vliyaniye fenilgidrazina i alkilsul'fatov na osmoticheskuyu chuvstvitel'nost' eritrotsitov mlekopitayushchikh / N.A. Yershova, N.M. Shpakova, N.V. Orlova // *Доповідні NAN України*. – 2012. – № 6. – С. 129-133.
6. Zhegunov G.F. Kriokonservirovaniye i sokhrannost' eritrotsitov zhivotnykh / G.F. Zhegunov, O.N. Denisova, N.G. Zemlyanskikh // *Problemy kriobiologii*. – 2005. – Т. 15, № 3. – С. 266-569.
7. Morfologicheskiye izmeneniya eritrotsitov zhivotnykh posle kriokonservirovaniya / O.N. Denisova, L.G. Kuleshova, N.G. Zemlyanskikh [та ін.] // *Problemy kriobiologii*. – 2007. – Т. 17, № 2. – С. 150-155.
8. Shpakova N.M. Obezvozhivaniye eritrotsitov mlekopitayushchikh vliyayet na ikh chuvstvitel'nost' k mekhanicheskomu stressu / N.M. Shpakova, N.V. Orlova, Ye.Ye. Nipot // *Problemy kriobiologii i kriomeditsiny*. – 2015. – Т. 25, № 1. – С. 24-32.
9. Benga G. Diffusional water permeability of mammalian red blood cells / G. Benga, T. Borza // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1995. – V. 112B, № 4. – P. 653-659.
10. Effect of oxidative stress on membrane phospholipid and protein organization in human erythrocytes / A. Arduini, A. Stern, S. Storto [et al.] // *Arch. Biochem. Biophys.* – 1989. – Vol. 273, № 1. – P. 112-120.
11. Lipids versus proteins as major targets of pro-oxidant, direct-acting hemolytic agents / D.C. McMillan, C.L. Powell, Z.S. Bowman [et al.] // *Toxicol Sci.* – 2005. – Vol. 88, № 1 – P. 274-283.
12. Matei H. Comparative studies of the protein composition of red blood cell membranes from eight mammalian species / H. Matei, L. Frentescu, G. Benga // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1995. – V. 112B, № 4. – P. 653-659.
13. Mechanism of spectrin degradation induced by phenylhydrazine in intact human erythrocytes / A. Arduini, S. Storto, M. Belfiglio [et al.] // *Biochim Biophys. Acta.* – 1989. – Vol. 279, № 1. – P. 1-6.
14. Phenylhydrazine as a partial model for beta-thalassemia red blood cell hemodynamic properties / Y. Ramot, A. Koshkarev, S. Goldfarb [et al.] // *Br. J. Haematol.* – 2008. – Vol. 140, № 6. – P. 692-700.
15. Phospholipid composition of plasma and erythrocyte membranes in animal species by ³¹P NMR / A.M. Ferlazzo, G. Bruschetta, P. Pietro [et al.] // *Vet Res Commun.* – 2011. – Vol. 35. – P. 521-530.
16. Proper cytoskeletal architecture beneath the plasma membrane of red blood cells requires Ttl4 / F. Ijaza, Y. Hatanakab, T. Hatanakab [et al.] // *Molecular Biology of the Cell.* – 2017. – Vol. 28, № 4 – P. 535-544.

ВПЛИВ ФЕНІЛГІДРАЗИНУ НА ЧУТЛИВІСТЬ ЕРИТРОЦИТІВ ССАВЦІВ ДО ГІПЕРТОНІЧНОГО ШОКУ

Ніпот О. Є., Ершова Н. А., Шапкина О. О., Логинова О. О., Ершов С. С.

Резюме. Досліджували вплив обробки фенілгідазином на чутливість еритроцитів ссавців до гіпертонічного шоку після часткової попередньої дегідратації. Було показано, що захисний ефект дегідратації для частково зневоднених клітин людини, бика і коня зберігався навіть в умовах попередньої обробки фенілгідазином. В той час як для дегідратованих еритроцитів щура спостерігалось збільшення гіпертонічної чутливості після дії фенілгідазину. Це свідчить про те, що захисна дія дегідратації на еритроцити ссавців ймовірно не пов'язана зі змінами в цитоскелет-мембранному комплексі. Більш ймовірним є зменшення механічної напруги на мембрані внаслідок зниження градієнта осмотично активних речовин між внутрішньоклітинним і позаклітинним середовищем, що призводить до зниження механічного навантаження і зменшення пошкодження клітин.

Ключові слова: еритроцити ссавців, гіпертонічний шок, фенілгідазин, дегідратація, цитоскелет.

ВЛИЯНИЕ ФЕНИЛГИДРАЗНА НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ К ГИПЕРТОНИЧЕСКОМУ ШОКУ

Ніпот Е. Е., Ершова Н. А., Шапкина О. А., Логинова О. А., Ершов С. С.

Резюме. Исследовали влияние обработки фенилгидразином на чувствительность эритроцитов млекопитающих к гипертоническому шоку после частичной предварительной дегидратации. Было показано, что защитный эффект дегидратации для частично обезвоженных клеток человека, быка и лошади сохранялся даже в условиях предварительной обработки фенилгидразином. В то время как для дегидратированных эритроцитов крысы наблюдалось увеличение гипертонической чувствительности после воздействия фенилгидразина. Это свидетельствует о том, что защитное действие дегидратации на эритроциты млекопитающих, вероятно, не связана с изменениями в цитоскелет-мембранном комплексе. Более вероятным является уменьшение механических напряжений на мембране вследствие снижения градиента осмотически активных веществ между внутриклеточным и внеклеточной средой, что приводит к снижению механической нагрузки и уменьшения повреждения клеток.

Ключевые слова: эритроциты млекопитающих, гипертонический шок, фенилгидразин, дегидратация, цитоскелет.

INFLUENCE OF PHENYLHYDRAZINE ON THE SENSITIVITY OF MAMMALIAN ERYTHROCYTES TO HYPERTONIC SHOCK

Nipot E. E., Ershova N. A., Shapkina O. A., Lohinova O. A., Ershov S. S.

Abstract. The study of the effects of various types of stress on cells is one of the most important directions of modern biological science. The investigation of the mechanisms individual cell's adaptation to adverse environmental conditions will allow the development of techniques that will increase the rates of their survival and improve their functioning under stress.

In our work, we have studied the erythrocytes of mammals, which are critically important for a living organism and are often subjected to negative influences of different types. Hypertonic shock, which is one of the major factors of damage to cryopreservation, was chosen to test cell's ability to withstand hostile conditions.

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 кожен фазу менструального циклу (МЦ).

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