

## **ОКСИД АЗОТУ ЯК РЕГУЛЯТОР АДАПТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ПРАКТИЧНО ЗДОРОВИХ ЮНАКІВ І ДІВЧАТ 18-20 РОКІВ**

На сьогодні актуальною проблемою залишається вивчення особливостей адаптації організму до різних факторів зовнішнього середовища. Останнім часом значне зростання захворювань серцево-судинної, дихальної, нервової, імунної системи пов'язане з істотним зниженням загальних адаптивних можливостей організму [1, 2].

Також експериментально доведена важлива роль оксиду азоту в регуляції різних систем організму і, що більшість хронічних захворювань прямо пов'язана з погіршенням функціонального стану системи синтезу оксиду азоту в організмі [9, 10].

Таким чином, оксид азоту може розглядатися як один із найважливіших регуляторів загальних адаптивних можливостей організму, що забезпечує його оптимальну адаптацію до зовнішніх впливів різного характеру.

У попередніх роботах нами були наведені експериментальні дані щодо особливостей функціонального стану системи синтезу оксиду азоту та її окремих ланок у тренуваних осіб окремої статі на різних етапах адаптації до фізичних навантажень [3-5]. Природно, що не менш важливим уявляється питання відносно вивчення статевих відмінностей в характері організації цієї системи в практично здорових нетренованих осіб.

Актуальність і безсумнівне практичне значення зазначеної проблеми послужили передумовами для цього дослідження, метою якого стало вивчення ролі системи синтезу оксиду азоту в забезпеченні адаптивних можливостей серцево-судинної системи практично здорових осіб різної статі віком 18-20 років.

У межах цього дослідження було проведено обстеження 57 практично здорових юнаків (n=29) і дівчат (n=28) віком 18-20 років. Юнаки і дівчата були розділені на окремі підгрупи залежно від рівня адаптивних можливостей серцево-судинної системи їхнього організму – Д-3 і Ю-3 (дівчата та юнаки з низькими адаптивними можливостями; значення адаптаційного потенціалу системи кровообігу (АПссс) "низькі" та "нижче від середнього"; Д-2 і Ю-2 (дівчата та юнаки з середніми адаптивними можливостями; "середні" значення АПссс); Д-1 і Ю-1 (дівчата та юнаки з високими адаптивними можливостями; значення АПссс "високі" та "вище від середнього").

Адаптивні можливості визначали за величиною адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АПссс, у.о.) розрахованого в результаті аналізу електрокардіограми за формулою, запропонованою М.В. Маліковим:  $АПссс = ПЕРС / ІНссс$ , де ПЕРС – показник ефективності роботи серця, у.о.; ІНссс – індекс напруги регуляторних механізмів системи кровообігу, у.о. [6, 7].

Для оцінки стану системи синтезу оксиду азоту в плазмі крові визначали величини біохімічних показників, що характеризують інтенсивність обміну L-аргініну за двома альтернативними (неокисному аргіназному і окисному NO-синтазному) шляхами метаболізму, а саме: активність індукбельної та конститутивної NO-синтази (iNOS, cNOS, пмоль/хв мг білка); активність аргінази та нітратредуктази (Arg, Red, нмоль/хв мг білка); вміст нітритів ( $NO_2^-$ , пмоль/мг білка) та нітратів ( $NO_3^-$ , нмоль/мг білка) [4, 8].

Усі отримані в ході дослідження експериментальні матеріали були оброблені з використанням

статистичного пакету Microsoft Exell.

Результати проведеного дослідження дозволили встановити, що для обстежених юнаків 18-20 років був характерний достовірно вищий, ніж для дівчат цього ж віку, рівень адаптивних можливостей серцево-судинної системи їхнього організму (АПссс) (табл. 1).

Таблиця 1

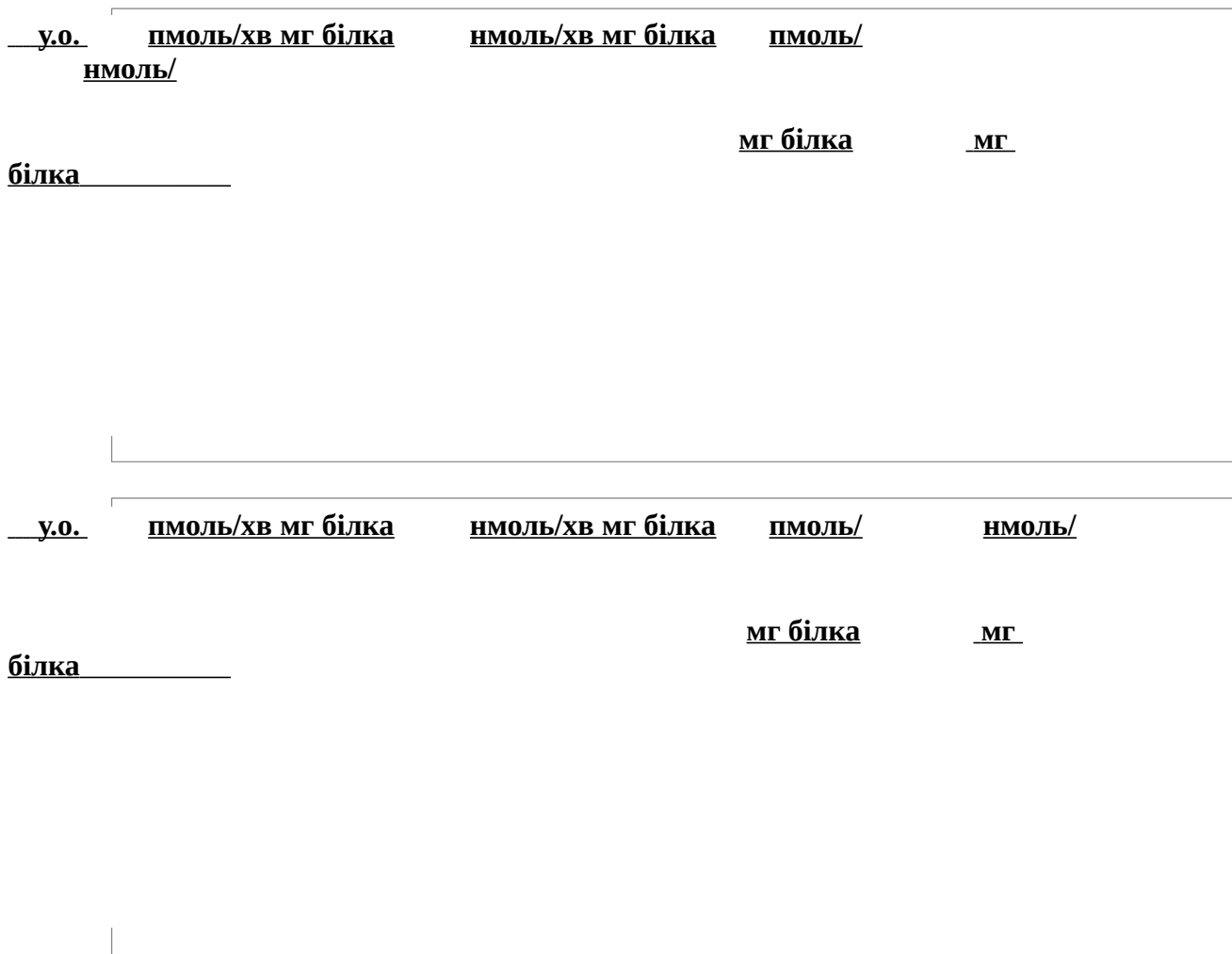
*Внутрішньогруповий розподіл практично здорових дівчат та юнаків 18-20 років за величиною адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи організму (у % від загальної кількості обстежених у групі)*

Рівні	Дівчата (n=28)	Юнаки (n=29)
Низький	32,14	24,14
Нижчий від середнього	14,29	10,34
Середній	28,57	34,49
Вищий від середнього	7,14	10,34
Високий	17,86	20,69

Серед юнаків більша, ніж серед дівчат, їх кількість характеризувалась "середніми" (відповідно 34,49% і 28,57%), "вищими від середнього" (10,34% і 7,14%) і "високими" (20,69% і 17,86%) адаптивними можливостями системи кровообігу і менша – "нижчими від середнього" (10,34% і 14,29%) і "низькими" (24,14% і 32,14%) значеннями адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи.

При аналізі результатів стану системи синтезу оксиду азоту при різних рівнях адаптивних можливостей системи кровообігу було отримано наступне. Відповідно до даних, представлених на рис. 1, незалежно від статі обстежених осіб зниження адаптивних можливостей системи кровообігу супроводжувалося достовірним зниженням активності конститутивної NOS, сумарної NOS, аргінази, нітратредуктази, експресією активності індукцибельної NO-синтази, підвищенням її частки в загальному пулі ізоферментів.

У групі юнаків з високими адаптивними можливостями системи кровообігу активність конститутивної NOS була на  $36,31 \pm 1,74\%$ ,  $p < 0,001$  вище в порівнянні з їх однолітками з низькими адаптивними можливостями, а в групі дівчат на  $44,51 \pm 1,88\%$ ,  $p < 0,001$ . Аналогічні співвідношення у величинах активності сумарної NOS склали відповідно  $5,52 \pm 1,66\%$ ,  $p < 0,05$  і  $3,53 \pm 2,52\%$ ,  $p < 0,05$ , аргінази –  $29,49 \pm 1,43\%$ ,  $p < 0,05$  і  $40,09 \pm 1,80\%$ ,  $p < 0,05$ , нітратредуктази –  $6,48 \pm 1,50\%$ ,  $p < 0,001$  та  $17,57 \pm 2,00\%$ ,  $p < 0,001$ . Навпаки, у представників з низькими адаптивними можливостями реєструвалися більш високі величини активності індукцибельної NOS (на  $78,01 \pm 1,58\%$ ,  $p < 0,001$  серед юнаків та на  $89,63 \pm 2,33\%$ ,  $p < 0,001$  серед дівчат) та підвищенні значення її частки в загальному пулі ізоферментів (відповідно на  $87,63 \pm 1,47\%$ ,  $p < 0,001$  та  $92,06 \pm 1,48\%$ ,  $p < 0,001$ ).



*Рис. 1. Показники системи синтезу оксиду азоту і адаптивних можливостей системи кровообігу*

*в практично здорових дівчат та юнаків 18-20 років з високими (Д-1, Ю-1), середніми (Д-2, Ю-2)*

*і низькими (Д-3, Ю-3) значеннями адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи організму*

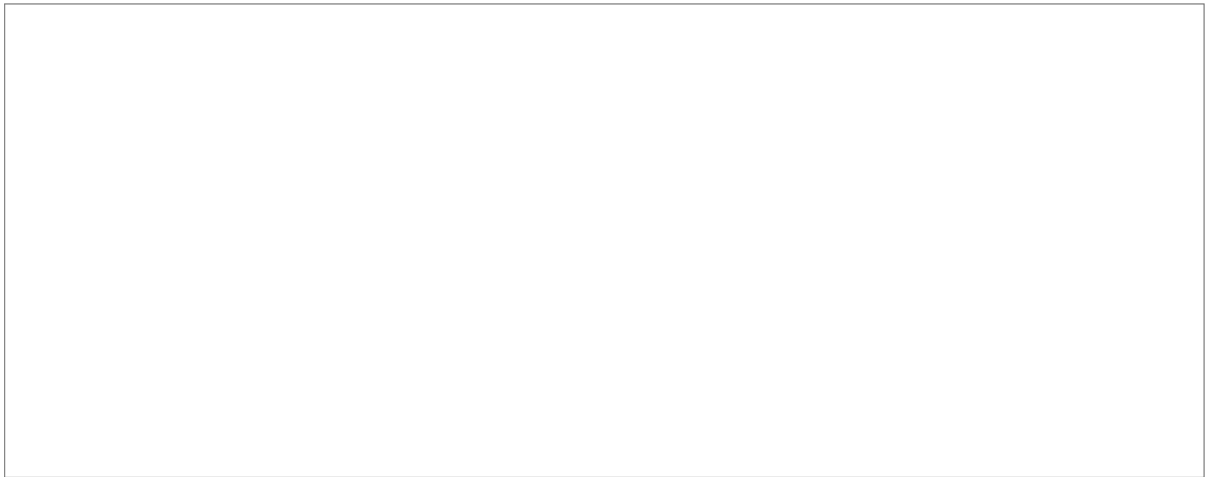
**Примітки:** АПссс – адаптаційний потенціал серцево-судинної системи; iNOS – активність індукційної NO-синтази; cNOS – активність конститутивної NO-синтази; NO<sub>2</sub> – вміст нітритів; NO<sub>3</sub> – вміст нітратів; заг. NOS – сумарна активність NO-синтаз; %iNOS – частка індукційної NO-синтази в загальному пулі ізоферментів.

Не менш показовими виявилися результати аналізу особливостей зміни співвідношень різних шляхів до загального синтезу оксиду азоту в організмі (рис. 2).

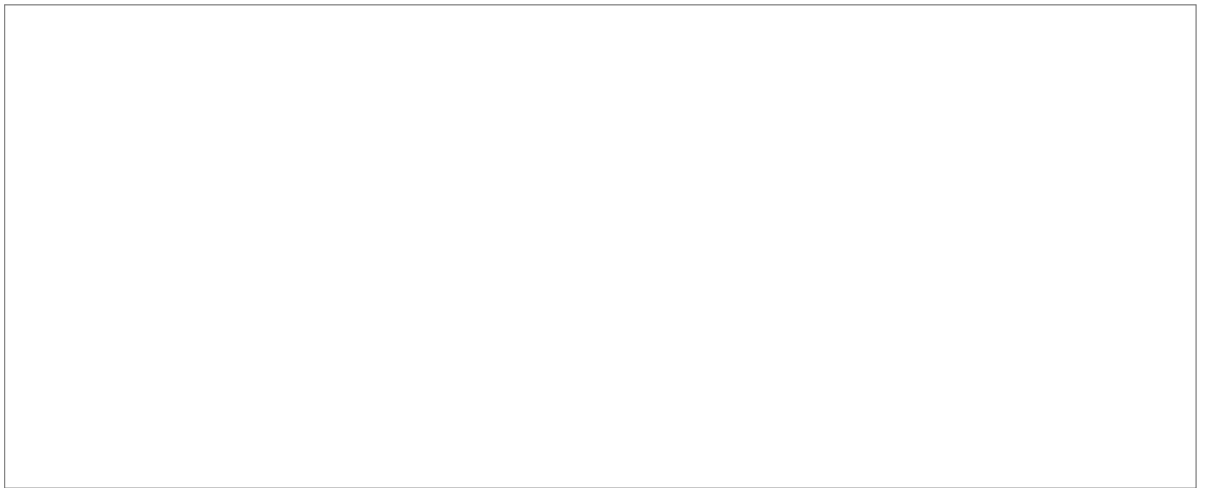
Відповідно до отриманих даних, у юнаків та дівчат із високими адаптивними можливостями системи кровообігу основний внесок у загальний синтез оксиду азоту в організмі здійснює окислювальний кальційзалежний шлях утворення оксиду азоту за участю cNOS (відповідно 69% і 62%), далі в цій своєрідній градації йде окислювальний кальційнезалежний шлях метаболізму L-аргініну за участю iNOS (відповідно 25% і 30%) і, нарешті, реутилізаційний синтез оксиду азоту за участю нітратредуктази (відповідно 6% і 8%).

Погіршення адаптивних можливостей системи кровообігу супроводжувалося істотним зниженням вкладу cNOS до загального синтезу оксиду азоту (до 47% у групі юнаків і до 35% у групі дівчат) і, навпаки, зростанням значущості активності індукцибельної NO-синтази (відповідно до 47% і 58%).

%



%



*Рис. 2. Відносний внесок різних шляхів синтезу оксиду азоту в практично здорових дівчат та юнаків 18-20*

*років із високими (Д-1, Ю-1), середніми (Д-2, Ю-2) і низькими (Д-3, Ю-3) значеннями адаптаційного*

*потенціалу серцево-судинної системи організму (у % від загальної активності ферментів)*

Таким чином, результати проведеного дослідження дозволили констатувати важливу роль оксиду азоту в забезпеченні поточних адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму практично здорових юнаків та дівчат 18-20 років.

Представлені матеріали цього дослідження є, на нашу думку, певним доповненням до наявних теоретичних відомостей щодо фізіологічної ролі оксиду азоту в організмі, зокрема, практично здорових осіб у віці 18-20 років.

Висновки. 1. Матеріали проведеного дослідження дозволили констатувати важливу роль оксиду азоту в забезпеченні поточних адаптивних можливостей серцево-судинної системи практично здорових молодих осіб у віці 18-20 років.

2. Показано, що найбільш оптимальний рівень даних можливостей реєструється в разі

вираженої експресії активності окисного (за участю конститутивної NOS) і нітритредуктазного реутилізаційного шляхів синтезу NO при одночасному зниженні активності індукцибельної NO-синтази.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Айдаралиев А.А.* Комплексная оценка функциональных резервов организма / А.А. Айдаралиев, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева [и др.]. – Фрунзе: Илим, 1988. – 196 с.
2. *Баевский Р.М.* Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Валеология: диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. – СПб.: Наука, 1993. – С. 33-48.
3. *Богдановська Н.В.* Особливості функціонального стану судинного ендотелію при систематичних фізичних навантаженнях / Н.В. Богдановська, М.В. Маліков // Фізіологічний журнал. – 2008. – Т. 54. - № 4. – С.44-46.
4. *Богдановська Н.В.* Синтез оксиду азоту у період довгострокової адаптації до інтенсивної м'язової роботи у спортсменок / Н.В. Богдановська, Г.М. Святодух, А.В. Коцюруба [та ін.] // Фізіологічний журнал. – 2009. – Т. 55. - № 3. – С. 94-99.
5. *Богдановская Н.В.* Оценка роли сосудистого эндотелия в обеспечении физической подготовленности девушек-волейболисток на этапе интенсивной соревновательной деятельности / Н.В. Богдановская, Н.В. Маликов, А.Н. Святодух // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. – 2008. - № 1. –С. 40-43.
6. *Маліков М.В.* Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті / Маліков М.В., Богдановська Н.В., Сватъев А.В. – Запоріжжя : ЗНУ, 2006. – 195 с.
7. *Маликов Н.В.* Современные проблемы адаптации / Н.В. Маликов, Н.В. Богдановская. – Запорожье: ЗНУ, 2007. – 257 с.
8. *Сагач В.Ф.* Пригнічення відкриття мітохондріальної пори екдистероном у серці старих щурів / В.Ф. Сагач, Ю.П. Коркач, А.В. Коцюруба [та ін.] // Фізіологічний журнал. – 2008. – Т.54, №4. – С. 3-11.
9. *Defron D.T.* Role of nitric oxide in wound healing / D.T. Defron, D. Most, A. Barbul // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2000. – 3, №3. – P. 197-204.
10. *Clarcson P.* Exercise training enhances endothelial function in young men / P. Clarcson, H.E. Montgomery, M.J. Mullen [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 1999. – Vol. 33. – P. 1379-1385.

Подано до редакції 12.04.10

## РЕЗЮМЕ

Робота присвячена вивченню ролі системи синтезу оксиду азоту в забезпеченні адаптивних можливостей серцево-судинної системи практично здорових хлопців і дівчат у віці 18-20 років. Встановлено, що, незалежно від статі, зниження адаптивних можливостей у цих осіб супроводжується зниженням активності конститутивної і сумарної NOS, аргінази, нітратредуктази, зростанням активності індукцибельної NO-синтази, збільшенням її частки в загальному пулі NO-синтаз. Показано, що основний внесок у загальний синтез NO в організмі осіб із високим рівнем адаптивних можливостей серцево-судинної системи вносить окислювальний кальційзалежний шлях утворення оксиду азоту за участю cNOS.

**Ключові слова:** адаптивні можливості, серцево-судинна система, оксид азоту, функціональний взаємозв'язок, юнаки і дівчата, 18-20 років.

*Н.В. Богдановская*

## **ОКСИД АЗОТА КАК РЕГУЛЯТОР АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК 18-20 ЛЕТ**

### **РЕЗЮМЕ**

Работа посвящена изучению роли системы синтеза оксида азота в обеспечении адаптивных возможностей сердечнососудистой системы практически здоровых юношей и девушек в возрасте 18-20 лет. Установлено, что независимо от пола, снижение адаптивных возможностей у этих лиц сопровождается снижением активности конститутивной и суммарной NOS, аргиназы, нитратредуктазы, ростом активности индуцибельной NO-синтазы, увеличением ее доли в общем пуле NO-синтазы. Показано, что основной вклад в общий синтез NO в организме лиц с высоким уровнем адаптивных возможностей сердечнососудистой системы вносит окислительный кальцийзависимый путь образования оксида азота при участии cNOS.

**Ключевые слова:** адаптивные возможности, сердечнососудистая система, оксид азота, функциональная взаимосвязь, юноши и девушки, 18-20 лет.

*N.V. Bogdanovska*

## **NITRIC OXIDE AS A REGULATOR OF ADAPTIVE ABILITIES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF PRACTICALLY HEALTHY 18-20-YEAR-OLD BOYS AND GIRLS**

### **SUMMARY**

The article studies the role of nitric oxide synthesis system in ensuring adaptive capacity of the cardiovascular system of practically healthy boys and girls aged 18-20 (57 persons). It is established that regardless of gender, reducing adaptive capacity of these individuals is accompanied by decreased activity of the constitutive and total NOS, arginase, nitrate reductase, increased activity of inducible NO-synthase, its increased quota in the total pool of NO-synthase. The main contribution to the total synthesis of NO in the body of persons with a high level of adaptive capacity of the cardiovascular system creates the oxidation calcium dependent way of nitric oxide synthesis with participation of cNOS.

**Keywords:** adaptive capacity, cardiovascular system, nitric oxide, functional relationship, boys and girls, age of 18-20.

---