

УДК 615.326:577.121.7:612.111

І.В. Іоффе, І.С. Гайдаш, О.В. Бурцев, Е.О. Глазков

**ВПЛИВ «СЕЛЕН АКТИВУ» НА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕТАБОЛІЗМ В ЕРИТРОЦИТАХ, ЯКІ ЗНАХОДИЛИСЯ ПІД ДІЄЮ ТОЛУОЛУ IN VITRO**

Державний заклад «Луганський державний медичний університет», м. Рубіжне

**Резюме.** Стаття присвячена вивченню впливу «Селен активу» на енергетичний метаболізм в еритроцитах, які знаходилися під дією толуолу in vitro. Встановлено, що одногодина інкубація в розчині «Селен активу» еритроцитів, при подальшому їх контакті з толуолом, суттєво поліпшувала енергетичний потенціал еритроцитів.

Позитивний вплив «Селен активу» на стан енергетичного забезпечення (ЕЗ) еритроцитів крові мав прояв у збереженні ЕЗ на фізіологічному рівні, за рахунок підтримання високої внутрішньоклітинної концентрації АТФ та зменшення концентрацій АДФ і АМФ. Вказаний позитивний вплив був наявним при всіх часових

варіантах експериментів з толуолом, тобто, як при 1-годинній інкубації еритроцитів із толуолом, так і при 2- і 3-годинній інкубації.

Позитивний вплив «Селен активу» на систему лактатдегідрогенази (ЛДГ) еритроцитів крові мав прояв у підвищенні активності загальної ЛДГ і оптимізації питомої ваги її аеробних і анаеробних фракцій. Вказаний позитивний вплив був наявним при всіх часових варіантах експериментів з толуолом, тобто, як при 1-годинній інкубації еритроцитів з толуолом, так і при 2- і 3-годинній інкубації.

**Ключові слова:** еритроцити, толуол, енергетичний метаболізм, антиоксиданти.

**Вступ.** Важливим ланцюгом клітинного метаболізму є система аденілових нуклеотидів, яка визначає інтеграцію процесів вироблення енергії з безліччю внутрішньоклітинних енергопоглинаючих реакцій. У цій площині еритроцити являють собою зручний і найдоступніший об'єкт для вивчення метаболізму аденілатів, зокрема їх внутрішньоклітинної регуляції, як найважливіших показників енергетичного метаболізму [7].

Активне вивчення функції лактату в організмі в теперішній час дає нові відомості про його роль в енергетичному обміні, репарації тканин, регуляції активності ферментів [10, 11].

Толуол вважають досить токсичною отрутою, який у вигляді парів може проникати через органи дихання людини, шкірний покрив, викликаючи незворотні ураження нервової системи і, впливаючи на функцію кровотворення, вивчається онкогенний потенціал толуолу [1, 2, 3].

Токсичні агенти впливають на клітинні мембрани, сприяючи окисненню і денатурації білків, порушуючи розташування молекул ліпідів, що веде до утворення пір. Активні форми  $O_2$ ,  $H_2O_2$ , органічні перекиси взаємодіють із ліпідами мембран, утворюють перекиси ліпідів, що призводить до структурних порушень і зміни проникності. Еритроцити знаходяться у середовищі з високою концентрацією кисню та в порівнянні з іншими клітинами потенційно підпадають під дію окиснювачів [4-6].

Негативний вплив токсичних речовин, у тому числі й толуолу, порушує функціональну активність клітин, за рахунок пригнічення енергоутворення, що вимагає фармакологічної корекції за допомогою антиоксидантів [4, 7, 8].

**Мета дослідження.** З'ясувати in vitro вплив «Селен активу» на енергетичний метаболізм в еритроцитах, які в подальшому зазнавали впливу толуолу.

**Матеріал і методи.** При виконанні роботи використано 189 культур еритроцитів, які отри-

мані від 63 осіб чоловічої статі віком 19-25 років (середній вік –  $22,5 \pm 1,2$  року). Всі донори еритроцитів були умовно здоровими особами, не хворіли ніякими інфекційними хворобами протягом шести місяців до взяття у них крові, а також протягом 30 днів не вживали алкоголю, нікотину, медикаментів, допінгів і інших речовин, здатних вплинути на еритроцити. Кров забирали ранком, натще, з пальця і з вени ліктьового згину. Робоча концентрація «Селен активу» при обробці еритроцитів складала  $3,57$  мг/л, термін обробки – 1 година. Надалі  $3$  мл розчину «Селен активу» змішували з  $3$  мл крові донора і витримували в термостаті при  $37^\circ C$  протягом 1 години, після чого суспензію еритроцитів тричі відмивали у фізіологічному розчині центрифугуванням по  $5$  хвилин при  $1000$  обертів на  $1$  хвилину на центрифугі ОПН-3 і залишали з  $3$  мл суспензії еритроцитів. Надалі оброблені «Селен активом» еритроцити піддавали дії толуолу. Середня робоча концентрація толуолу, з якою взаємодіяли еритроцити, складала  $300 \pm 30$  мг/м<sup>3</sup>. Експозиція еритроцитів із толуолом була  $1, 2$  і  $3$  години.

Гемолізати еритроцитів отримували шляхом змішування  $2$  мл відмитої еритроцитарної суспензії з  $2$  мл дистильованої води, гемолізати використовували для визначення показників енергетичного обміну.

Визначення вмісту аденозину фосфатів (АТФ, АДФ та АМФ) в еритроцитах проводили методом тонкошарової хроматографії з використанням пластин «Силуфол» [9]. Вивчення загальної активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) та її ізоферментного спектра (ЛДГ 1-5) проводили за допомогою електрофорезу в гелі з використанням камери горизонтального електрофорезу [3]. Як референтна норма були показники енергетичного обміну еритроцитів, які контакту з толуолом і «Селен активом» не мали. Статистична обробка

отриманих даних проводилась з використанням критерію Стьюдента.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Позитивний вплив «Селен активу» на стан енергетичного забезпечення еритроцитів крові мав прояв у збереженні ЕЗ на фізіологічному рівні, за рахунок підтримання високої внутрішньоклітинної концентрації АТФ та зменшення концентрацій АДФ і АМФ. Вказаний позитивний вплив був наявним при всіх часових варіантах експериментів з толуолом (табл. 1).

В експериментах з 1-годинним впливом толуолу на еритроцити виявилось, що в еритроцитах, які не оброблялися «Селен активом», мало місце зниження внутрішньоклітинного вмісту АТФ, відносно референтної норми, в 1,15 раза ( $p<0,05$ ), при збільшенні АДФ і АМФ в 1,34 і в 1,24 раза відповідно ( $p<0,001$  і  $p<0,01$ ). ЕЗ при цьому знаходився в межах референтної норми. Водночас в еритроцитах, які проходили попередню обробку «Селен активом», вміст всіх фракцій аденілових нуклеотидів і ЕЗ еритроцитів знаходилися в межах референтної норми. При цьому внутрішньоклітинна концентрація АТФ в еритроцитах, які були оброблені «Селен активом», була вище такої в еритроцитах, зіставлених в 1,14 раза ( $p<0,05$ ), а концентрації АДФ і АМФ – нижче в 1,28 і в 1,4 раза відповідно, ( $p<0,001$  в обох порівняннях). ЕЗ еритроцитів під впливом «Селен активу» склав в середньому  $0,83\pm 0,03$  у.о., що було в 1,06 раза вище, ніж це мало місце в культурах

еритроцитів, які «Селен активом» не оброблялися. ( $p>0,05$ ). Тобто, обробка еритроцитів «Селен активом» суттєво зменшувала енергетичні витрати еритроцитів, при їх 1-годинній взаємодії з толуолом.

В експериментах із 2-годинним впливом толуолу на еритроцити виявилось, що в еритроцитах, які не оброблялися «Селен активом», мало місце зниження внутрішньоклітинного вмісту АТФ, відносно референтної норми, в 1,28 раза, при збільшенні АДФ і АМФ в 1,52 і в 1,67 раза відповідно ( $p<0,001$  для всіх порівнянь). Унаслідок цього ЕЗ, склавши в середньому  $0,74\pm 0,04$  у.о., був зниженим проти референтної норми в 1,12 раза ( $p<0,05$ ). Все це в цілому свідчило про значні порушення в системі енергозабезпечення еритроцитів під дією толуолу.

Водночас в еритроцитах, які проходили попередню обробку «Селен активом», наприкінці 2-годинного впливу толуолу вміст АТФ і ЕЗ еритроцитів знаходилися в межах референтної норми, тоді як вмісти АДФ і АМФ перевищували референтну норму відповідно в 1,14 раза в обох випадках ( $p<0,05$ ). При цьому внутрішньоклітинна концентрація АТФ в еритроцитах, які були оброблені «Селен активом», була вище такої в еритроцитах, зіставлених в 1,2 раза ( $p<0,01$ ), а концентрації АДФ і АМФ – нижче в 1,33 і в 1,47 раза відповідно ( $p<0,001$  в обох порівняннях). ЕЗ еритроцитів під впливом «Селен активу» склав у середньому  $0,81\pm 0,03$  у.о., що було в 1,09 раза

Таблиця 1

#### Вплив «Селен активу» на систему аденілових нуклеотидів еритроцитів, які в подальшому мали безпосередній контакт з толуолом (%), $M\pm m$

Показник	Референтна норма	Еритроцити без обробки «Селен активом»	Еритроцити, оброблені «Селен активом»
Термін дії толуолу 1 година			
АТФ, мкмоль/л	712±28	619±24*	705±26#
АДФ, мкмоль/л	235±9	316±13***	247±10####
АМФ, мкмоль/л	51±2,0	63±3,2**	45±2,0###
ЕЗ, у.о.	0,83±0,03	0,78±0,03	0,83±0,03
Термін дії толуолу 2 години			
АТФ, мкмоль/л	712±28	558±22****	672±27##
АДФ, мкмоль/л	235±9	357±18****	267±11####*
АМФ, мкмоль/л	51±2,0	85±4****	58±2####*
ЕЗ, у.о.	0,83±0,03	0,74±0,04*	0,81±0,03
Термін дії толуолу 3 години			
АТФ, мкмоль/л	712±28	496±19****	639±25####*
АДФ, мкмоль/л	235±9	389±23****	297±12####**
АМФ, мкмоль/л	51±2,0	113±6****	63±3####**
ЕЗ, у.о.	0,83±0,03	0,69±0,04**	0,79±0,03#

Примітка. 1) \* -  $p<0,05$ , \*\* -  $p<0,01$ , \*\*\* -  $p<0,001$  порівняно з показниками референтної норми. 2) # -  $p<0,05$ , ## -  $p<0,01$ , ### -  $p<0,001$  порівняно з еритроцитами без обробки «Селен активом»

Таблиця 2

Вплив «Селен активум» на активність і ізоферментний склад системи ЛДГ в еритроцитах, які в подальшому мали безпосередній контакт з толуолом (%),  $M \pm m$ 

Показник	Референтна норма	Еритроцити без обробки «Селен активумом»	Еритроцити, оброблені «Селен активумом»
Термін дії толуолу 1 година			
ЛДГ загальна(мкмоль/год*л)	5,75±0,29	5,08±0,25	5,79±0,3
ЛДГ1+2, (%)	73,6±3,7	65,3±3,3	75,2±3,5#
ЛДГ3, (%>-;	17,4±0,9	26,7±1,3***	18,0±0,9###
ЛДГ4+5, (%)	6,7±0,3	7,1±0,4	6,3±0,3
Термін дії толуолу 2 години			
ЛДГ загальна (мкмоль/год*л)	5,75±0,29	4,71±0,23**	5,63±0,28#
ЛДГ 1+2, (%)	73,6±3,7	56,5±2,8***	71,5±3,6##
ЛДГ3, (%)	17,4±0,9	34,9±1,7***	21,3±1,1####*
ЛДГ4+5, (%)	6,7±0,3	8,4±0,4**	6,9±0,35##
Термін дії толуолу 3 години			
ЛДГ загальна (мкмоль/год*л)	5,75±0,29	4,24±0,21***	5,47±0,27####
ЛДГ 1+2, (%)	73,6±3,7	45,3±2,3****	64,7±3,2####
ЛДГ3, (%)	17,4±0,9	41,0±2,1****	26,4±1,3#####*
ЛДГ4+5, (%)	6,7±0,3	13,6±0,8****	7,8±0,4####*

Примітка. 1) \* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \*\*\* -  $p < 0,001$  порівняно з показниками референтної норми. 2) # -  $p < 0,05$ , ## -  $p < 0,01$ , ### -  $p < 0,001$  порівняно з еритроцитами без обробки «Селен активумом»

вище, ніж це мало місце в культурах еритроцитів, які «Селен активумом» не оброблялися ( $p > 0,05$ ). Тобто, обробка еритроцитів «Селен активумом» суттєво зменшувала енергетичні витрати еритроцитів, при їх 2-годинній взаємодії з толуолом.

В експериментах із 3-годинним впливом толуолу на еритроцити виявилось, що в еритроцитах, які не оброблялися «Селен активумом», мало місце зниження внутрішньоклітинного вмісту АТФ, відносно референтної норми в 1,44 раза, при збільшенні АДФ і АМФ в 1,66 і в 2,22 раза відповідно ( $p < 0,0001$  для всіх порівнянь). Унаслідок цього ЕЗ, склавши в середньому  $0,69 \pm 0,04$  у.о., був зниженим проти референтної норми в 1,2 раза ( $p < 0,01$ ). Все це в цілому свідчило про значні порушення в системі енергозабезпечення еритроцитів під дією толуолу.

Водночас в еритроцитах, які проходили попередню обробку «Селен активумом», наприкінці 3-годинного впливу толуолу вміст АТФ був нижче референтної норми в 1,11 раза, але вищий в 1,29 раза рівня АТФ в еритроцитах, які обробку «Селен активумом» не проходили ( $p < 0,05$  в обох порівняннях). Внутрішньоклітинний вміст АДФ в еритроцитах, які проходили попередню обробку «Селен активумом», наприкінці 3-годинного впливу толуолу був вище референтної норми в 1,26 раза і вище в 1,31 раза рівня АДФ в еритроцитах, які обробку «Селен активумом» не проходили ( $p < 0,001$  в обох порівняннях). Для АМФ подібні ступені

відмінностей склали 1,24 і 1,79 раза відповідно ( $p < 0,01$  і  $p < 0,001$ ).

ЕЗ еритроцитів під впливом «Селен активумом» склав наприкінці 3-годинного впливу толуолу в середньому  $0,79 \pm 0,03$  у.о., що було в 1,05 раза нижче ( $p > 0,05$ ), ніж референтна норма і в 1,14 раза вище ЕЗ еритроцитів, які «Селен активумом» не оброблялися ( $p < 0,05$ ). Тобто, обробка еритроцитів «Селен активумом» суттєво зменшувала енергетичні витрати еритроцитів при їх 3-годинній взаємодії з толуолом.

Результатами дослідження встановлено, що одногодинна інкубація в розчині «Селен активумом» еритроцитів, при подальшому їх контакті з толуолом, суттєво поліпшувала як активність загальної ЛДГ, так і її ізоферментний склад. Позитивний вплив «Селен активумом» на систему ЛДГ еритроцитів крові мав прояв у підвищенні активності загальної ЛДГ і оптимізації питомої ваги її аеробних і анаеробних фракцій. Вказаний позитивний вплив був наявним при всіх часових варіантах експериментів з толуолом, тобто, як при 1-годинній інкубації еритроцитів з толуолом, так і при 2- і 3-годинній інкубації (табл. 2).

В експериментах з 1-годинним впливом толуолу на еритроцити, які оброблялися «Селен активумом», активність загальної ЛДГ і питомі ваги її ізоферментів знаходилися в межах референтної норми. Питома вага ЛДГ<sub>1+2</sub> в еритроцитах, які оброблялися «Селен активумом», була в 1,15раза вище, а питома вага ЛДГ<sub>3</sub> – в 1,48 раза нижче

( $p < 0,001$ ), ніж це мало місце в еритроцитах, які «Селен активом» не оброблялися.

В експериментах з 2-годинним впливом толуолу на еритроцити, які оброблялися «Селен активом», активність загальної ЛДГ і питомі ваги її ізоферментів ЛДГ<sub>1+2</sub> і ЛДГ<sub>4+5</sub> знаходилися в межах референтної норми, тоді як питома вага ЛДГ<sub>3</sub> перевищувала референтну норму в 1,22 раза ( $p < 0,05$ ). Активність загальної ЛДГ в еритроцитах, які були оброблені «Селен активом», була в 1,2 раза вище аналогічного показника в еритроцитах, які «Селен активом» не оброблялися ( $p < 0,05$ ). Питома вага ЛДГ<sub>1+2</sub> в еритроцитах, які оброблялися «Селен активом», була в 1,27 раза вище, а питомі ваги ЛДГ<sub>3</sub> і ЛДГ<sub>4+5</sub> – відповідно в 1,64 раза і в 1,22 раза нижче ( $p < 0,001$  і  $p < 0,01$ ), ніж це мало місце в еритроцитах, які «Селен активом» не оброблялися.

В експериментах з 3-годинним впливом толуолу на еритроцити, які оброблялися «Селен активом», активність загальної ЛДГ і питомі ваги її ізоферментів ЛДГ<sub>1+2</sub> знаходилися в межах референтної норми, тоді як питомі ваги ЛДГ<sub>3</sub> і ЛДГ<sub>4+5</sub> перевищувала референтну норму відповідно в 1,52 і в 1,16 раза ( $p < 0,001$  і  $p < 0,05$ ). Активність загальної ЛДГ в еритроцитах, які були оброблені «Селен активом», була в 1,29 раза вище аналогічного показника в еритроцитах, які «Селен активом» не оброблялися ( $p < 0,001$ ). Питома вага ЛДГ<sub>1+2</sub> в еритроцитах, які оброблялися «Селен активом», була в 1,43 раза вище, а питомі ваги ЛДГ<sub>3</sub> і ЛДГ<sub>4+5</sub> – відповідно в 1,55 раза і в 1,74 раза нижче ( $p < 0,001$  в обох випадках), ніж це мало місце в еритроцитах, які «Селен активом» не оброблялися. Тобто, попередня інкубація еритроцитів у розчині «Селен активу» значно зменшувала негативний вплив 3-годинної дії толуолу на еритроцити, а саме на їх систему ЛДГ.

### Висновки

1. Толуол при контакті з еритроцитами людини *in vitro* викликає в цих клітинах підвищені енерговитрати і індукує перевід до анаеробного шляху енергетичного забезпечення, що має прояв у зменшенні енергетичного забезпечення еритроцитів (переважно за рахунок зниження внутрішньоклітинного вмісту АТФ і підвищення вмісту АДФ і АМФ), а також у зменшенні загальної активності лактатдегідрогенази, частки її аеробних фракцій (ЛДГ<sub>1+2</sub>) і підвищенні частки анаеробних фракцій (ЛДГ<sub>3+4</sub>). Ступінь негативного впливу толуолу на системи аденілових нуклеотидів і ЛДГ еритроцитів людини *in vitro* залежить від часу взаємодії еритроцитів з толуолом. З підвищенням терміну взаємодії ступінь негативного впливу толуолу системи аденілових нуклеотидів і ЛДГ в еритроцитах зростає. Найменший негативний вплив толуолу на систему енергетичного забезпечення еритроцитів був зареєстрований при експозиції їх взаємодії 1 година, найбільший – при експозиції дії толуолу 3 години.

2. Обробка еритроцитів розчином «Селен активу», перед наступним їх контактом з толуолом,

зменшує утворення дегенеративних, передгемолітичних і гемолізованих морфологічних форм еритроцитів, пригнічує в еритроцитах перекисне окиснення ліпідів, збільшує активність ферментів системи антиоксидантного захисту, енергетичний потенціал і кислотну резистентність еритроцитів. Позитивний вплив «Селен активу» на еритроцити зростає зі зменшенням терміну взаємодії еритроцитів з толуолом.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у вивченні взаємозв'язку порушень структурно-функціонального стану еритроцитів крові та виникнення анемії при інтоксикаціях, які викликані дією толуолу, що є актуальним науково-практичним завданням медицини і патологічної фізіології, від вирішення якого значною мірою залежить розуміння патогенетичних механізмів порушень і визначення методичних шляхів щодо їх корекції.

### Література

1. Вплив лактату літію на гемоліз еритроцитів / О.П. Шатова, Е.В. Хомутов, Т.А. Журавель [та ін.] // Мед. хімія. – 2009. – Т. 11, № 4. – С. 86-88.
2. Гордон А. Спутник химика. Перевод на русский язык / А. Гордон, Р. Форд; пер. с англ. Е.Л. Розенберг, С.И. Коппель. – М.: Мир, 1976. – 544 с.
3. Конохова Л.К. Исследования  $\alpha$ -кетобутирата для дифференцированного определения активности субъединиц изоферментов лактатдегидрогеназы / Л.К. Конохова, В.Н. Малахова // Вопр. мед. химии. – 1979. – Вып. 3. – С. 244-247.
4. Костюк В.А. Биорадикалы и биоантиоксиданты / В.А. Костюк, А.И. Потапович. – М.: БГУ, 2004. – 179 с.
5. Марусевич А.К. Влияние свободного и депонированного оксида азота на энергетический метаболизм крови / А.К. Марусевич, А.Г. Соловьёва, С.П. Перетягин // Соврем. технол. в мед. – 2013. – Т. 5, № 4. – С. 33-38.
6. Марусевич А.К. Влияние NO-содержащего газового потока на некоторые параметры энергетического метаболизма эритроцитов / А.К. Марусевич, А.Г. Соловьёва, С.П. Перетягин // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2014. – Т. 158, № 7. – С. 40-42.
7. Энергетический метаболизм в эритроцитах крови при ионизирующем облучении и после введения 4-бутанолида ВАС-167 / А.А. Асоян, П.А. Казарян, А.Р. Егиазарян [и др.] // Учёные записки Ереванского государственного университета. – 2008. – № 1. – С. 120-124.
8. Энергетический статус эритроцитов у больных специфическим язвенным колитом и раком толстой кишки на фоне терапии лактатом натрия / Г. Е. Полушин, И. Е. Седоков, И. И. Зинкович [и др.] // Тавр. мед.-биол. вестник. – 2012. – № 3, ч. 2 (59). – С. 200-202.
9. Cohn W.E. The separation of adenosine polyphosphates by ion exchange and paper chromatography / W.E. Cohn, C.E. Carter // Journal of American Chemical Society. – 1950. – № 2. – P. 4273-4275.
10. Gladen L.B. A lactic perspective on metabolism / L.B. Gladen // MedSci. Sports Exerc. – 2008. – Vol. 40, № 3. – P. 477-485.
11. Gladen L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium / L.B. Gladen // Journal Physiology. – 2004. – Vol. 558, № 1. – P. 5-30.
12. Lactate favours the dissociation of skeletal muscle 6-phosphofructo-1-kinase tetramers down-regulating the enzyme and muscle glycolysis / L.T. Costa, S.D. Da,

- C.R. Guimaraes [et al.] // Biochemistry J. – 2007. – Vol. 408, № 1. – P. 123-130.
13. Siems W.G. Erythrocyte free radical and energy metabolism / W.G. Siems, O. Sommerburg, T. Grune // Clinical Nephrology. – 2000. – Vol. 53, № 1. Suppl. – P. 9-17.
14. Zancan P. Regulation of human erythrocyte metabolism by insulin: cellular distribution of 6-phosphofructo-1-kinase and its implication for red blood cell function / P. Zancan, M. Sola-Penna // Mol. Genet. Metab. – 2005. – Vol. 86, № 3. – P. 401-411.

## ВЛИЯНИЕ «СЕЛЕН АКТИВА» НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ В ЭРИТРОЦИТАХ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОЛУОЛА IN VITRO

*И.В. Иоффе, И.С. Гайдаш, А.В. Бурцев, Е.О. Глазков*

**Резюме.** Статья посвящена изучению влияния «Селен актива» на энергетический метаболизм в эритроцитах, которые находились под действием толуола in vitro. Установлено, что одночасовая инкубация в растворе «Селен актива» эритроцитов, при дальнейшем их контакте с толуолом, существенно улучшала энергетический потенциал эритроцитов.

Положительное влияние «Селен актива» на состояние энергетического обеспечения эритроцитов крови имело проявление в сохранении ЕЗ на физиологическом уровне, за счет поддержания высокой внутриклеточной концентрации АТФ и уменьшения концентраций АДФ и АМФ. Указанное положительное влияние присутствовало при всех временных вариантах экспериментов с толуолом, то есть, как при 1-часовой инкубации эритроцитов с толуолом, так и при 2- и 3-часовой инкубации.

Положительное влияние «Селен актива» на систему ЛДГ эритроцитов крови имело проявление в повышении активности общей ЛДГ и оптимизации удельного веса ее аэробных и анаэробных фракций. Указанное положительное влияние присутствовало при всех временных вариантах экспериментов с толуолом, то есть, как при 1-часовой инкубации эритроцитов с толуолом, так и при 2- и 3-часовой инкубации.

**Ключевые слова:** эритроциты, толуол, энергетический метаболизм, антиоксиданты.

## EFFECTS OF SELENIUM ACTIVE ON THE ENERGY METABOLISM OF RED BLOOD CELLS BEING EXPOSED TO TOLUENE IN VITRO

*I.V. Ioffe, I.S. Gaidash, A.V. Burtsev, E.A. Glazkov*

**Abstract.** This article deals with a study of effects caused by Selenium Active on the energy metabolism of erythrocytes being exposed to toluene in vitro. It has been established that, one hour incubation of the body's red blood cells in the solution of Selenium Active prior to their exposure to toluene significantly improved the energy potential of erythrocytes.

The positive effect of Selenium Active on the energy supply of red blood cells was observed as retaining of EZ at a physiological level due to high intracellular concentration of ATP and reduced ADP and AMP concentrations. The said positive effect was observed at all time frames of the experiment with toluene, that is after a 1-hour toluene incubation of erythrocytes as well as after 2-hour and 3-hour incubation periods.

The positive effect of Selenium Active on the LDH system in red blood cells was evidenced as an increased activity of general LDH and optimised specific gravity of its aerobic and anaerobic fractions. The said positive effect was observed at all time frames of the experiment with toluene, that is after a 1-hour toluene incubation of erythrocytes as well as after 2-hour and 3-hour incubation periods.

**Key words:** erythrocytes, toluene, energy metabolism, antioxidants

State institution "Luhansk State Medical University" (Rubizhne)

Рецензент – проф. Ю.С. Роговий

Buk. Med. Herald. – 2016. – Vol. 20, № 3 (79). – P. 76-80

Надійшла до редакції 24.05.2016 року