

др.] // Ш антр. чтения к 75-летию со дня рожд. акад. В. П. Алексеева «Экология и демография человека в прошлом и настоящем»: тез. докл. науч. конф., Москва, 15–17 ноября 2004 г. / Ин-т археологии РАН. – М.: Изд-во «Энциклопедия росс. деревень», 2004. — С. 128–132.

4. Внутренние болезни и функциональные расстройства в подростковом возрасте. Охрана здоровья подростков / Под ред. Л. Т. Антоновой, Р. Н. Сердюковой. — М., 1993. — 356 с.

5. Квек, О. В. Комплексная оценка физического развития мальчиков школьного возраста в условиях промышленного города / О. В. Квек, Б. В. Засорин, В. М. Боев // Гигиена и санитария. — 2000. — № 1. — С. 74–76.

6. Morgan, J. J., Stumm, W. // Metals and their Compounds Baur-oin: Occurance Analysis and Biol. Relevance. — 1991. — P. 67–103.

7. Яромич, И. В. Сестринское дело: учеб. пособие / И. В. Яромич. — 2-изд. — Минск: Высшая школа, 2002. — 431 с.

8. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц; пер. с англ. Ю. А. Данилова. — М.: Практика, 1999. — 459 с.

9. Усов, И. Н. Здоровый ребенок: справочник педиатра / И. Н. Усов. — Минск: Беларусь, 1994. — 446 с.

10. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10–11 лет / М. В. Антропова [и др.] // Физиология человека. — 2000. — Т. 26, № 1. — С. 56–61.

Поступила 02.04.2014

УДК 547.466:615.917:615.32

## СВОБОДНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ ПЛАЗМЫ КРОВИ И СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЖИВОТНЫМ АЦЕТАТА СВИНЦА И АМИНОКИСЛОТНО-МИКРОЭЛЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ «ТРИТАРГ»

В. М. Шейбак, А. Ю. Павлюковец, В. Ю. Смирнов

Гродненский государственный медицинский университет

**Цель:** разработка протекторных свойств аминокислотно-микроэлементной композиции «тритарг» при экспериментальной свинцовой интоксикации.

**Материалы и методы.** Эксперименты проведены на белых крысах-самках. Определение свободных аминокислот производили методом обращеннофазной ВЭЖХ.

**Результаты.** Свинцовая интоксикация приводит к достоверному увеличению в плазме крови крыс общего содержания свободных аминокислот и их азот-содержащих метаболитов. В селезенке повышались концентрации глутамата и пролина, а также относительное количество ароматических аминокислот. Курсовое внутривенное введение «тритарга» животным, получавшим ацетат свинца, увеличивало выраженность гипераминоацидемии, стимулировало поступление аминокислот в клетки и, вероятно, их метаболизм в селезенке.

**Заключение.** Курсовое введение «тритарга» на фоне свинцовой интоксикации повышает мобилизацию свободных аминокислот, в том числе метионина, цистатионина, таурина как в плазме крови, так и в ткани селезенки.

**Ключевые слова:** свободные аминокислоты, ацетат свинца, плазма, селезенка.

## FREE AMINOACIDS OF BLOOD PLASMA AND SPLEEN IN ADMINISTRATION OF LEAD ACETATE AND AMINO ACID-MICROELEMENT COMPOSITION «TRITARG» INTO ANIMALS

V. M. Sheibak, A. Yu. Pavliukovets, V. Yu. Smirnov

Grodno State Medical University

**Objective:** to develop protective properties of the amino acid-microelement composition «Tritarg» in experimental lead intoxication.

**Material and Methods.** The experiments were conducted on white female rats. Free amino acids were tested by the reversed-phase HPLC.

**Results.** Lead intoxication leads to a significant increase of total free amino acids and their nitrogen-containing metabolites in rats' blood plasma. The concentration of glutamate and proline, as well as the relative amount of aromatic amino acids increase in the spleen. The intragastric administration of «Tritarg» into rats treated with lead acetate, increased the level of hyperaminoacidemia and also stimulated the release of amino acids into cells and, probably, their metabolism in the spleen.

**Conclusion.** The ten-day intragastric administration of «Tritarg» into the rats treated with lead acetate increases mobilization of free amino acids, as well as methionine, cystathionine, taurine in the blood plasma and spleen.

**Key words:** free amino acids, lead acetate, plasma, spleen.

В обмене веществ аминокислотам и их производным принадлежит связующая роль в интеграции основных метаболических потоков, а также формировании аминокислотного фонда, обеспечивающего потребности биосинтеза белка и образования других биоактивных метаболитов. Обеспеченность аминокислотами

регулирует метаболические потоки, способствуя, в конечном итоге, адекватному комплексному ответу организма млекопитающих и оптимизируя его реакции на внешнее воздействие. Многие свободные аминокислоты обладают регуляторными функциями, особенно лейцин, относящийся к группе аминокислот с

разветвленной углеродной цепью (АРУЦ), что проявляется изменением при их дополнительном введении активности транспортных потоков через плазматические мембраны, активности метаболизирующих аминокислоты ферментов, модуляцией углеводного, липидного обмена и ЦТК. В результате изменяется общая направленность метаболических потоков в клетках и тканях [1]. От содержания аминокислот зависит функциональная активность клеток нервной и иммунной систем. В последнее время была выделена высокоселективная группа иммуноактивных аминокислот (лизин, лейцин, аргинин, триптофан, таурин), которые регулируют синтез иммуноактивных белков и митохондриальную функцию иммунокомпетентных клеток, что проявляется интенсивностью развития воспалительной реакции, поддерживает или усиливает иммунный ответ [2].

Катионы свинца оказывают влияние как на структурные, так и на функциональные компоненты иммунной системы [3]. Бифазное влияние свинца на иммунную систему — от резкого снижения до выраженного повышения функциональной активности иммунокомпетентных клеток предполагает, что в основе данного явления лежит нарушение иммунного гомеостаза, сопровождающееся изменением иммунорегуляторной активности Т-хелперов, развитием иммунодефицитного состояния и (или) усилением аутоиммунных реакций. Одним из предполагаемых механизмов является торможение активности биосинтетических процессов и концентрации медиаторов, ответственных за реализацию специфических иммунных функций [4].

Показано, что начальный эффект катионов свинца проявляется неспецифическим стимулирующим действием на лимфоциты крови, но в последующем наблюдается снижение пролиферативной активности клеток иммунной системы. Эти изменения ассоциируются со снижением метаболической активности и энергетической обеспеченности лимфоцитов [5]. В исследованиях *in vitro* показано, что соли свинца блокируют продукцию оксида азота в макрофагах, стимулируемую конканавалином А, ИНФ- $\gamma$  и ФНО- $\alpha$  [6]. Одновременно при свинцовой интоксикации повышается продукция IgE [7]. Вероятно, этот бифазный ответ затрудняет определение состояния иммунной системы при различной по продолжительности и степени воздействия интоксикации свинцом [8].

Таурин является одной из наиболее распространенных аминокислот во многих типах клеток, включая клетки иммунной системы (главным образом, лимфоциты). Таурин участвует в стабилизации мембран, осморегуляции и регулировании потоков ионов кальция, обладает антиоксидантной активностью и снижает

продукцию провоспалительных цитокинов [9]. Введение аргинина в организм приводит к повышению функциональной активности макрофагов, скорости пролиферации и активации Т-лимфоцитов, противоопухолевой активности натуральных киллеров, повышает цитотоксичность лейкоцитов и количество продуцируемого NO [10]. Триптофан, регулируя активность индоламин-2,3-диоксигеназа (КФ 1.13.11.52), является модулятором многих иммунологических и физиологических процессов. Было показано, что концентрация триптофана снижается в плазме крови при воспалении, что обусловлено повышением его утилизации [11]. Регуляция активности индоламин-2,3-диоксигеназа используется для формирования иммунологической толерантности и подавления аутоиммунных процессов [12]. Используя вышеуказанные индивидуальные свойства аминокислот, мы разработали композицию «тритарг», в которой смесь аминокислот была дополнена цинка аспарагинатом.

#### **Цель исследования**

Разработка протекторных свойств «тритарга» при введении животным ацетата свинца.

#### **Материалы и методы**

Эксперименты проведены на белых крысах-самках массой 160–190 г. Животные были разделены на три группы ( $n = 7$ ): контрольная (интактные животные); крысы, получавшие внутрижелудочно ацетат свинца в дозе 75 мг/кг на первый и пятый день эксперимента; животные, получавшие ацетат свинца аналогично описанной выше схеме и ежедневно в течение 10 дней внутрижелудочно «тритарг» в дозе 30 мг/100 г массы. Животных декапитировали через 24 ч после последнего введения аминокислотной композиции. Для анализа использовали плазму крови и ткань селезенки. Определение свободных аминокислот производили методом обращеннофазной ВЭЖХ с о-фталевым альдегидом и 3-меркаптопропионовой кислотой с изократическим элюированием и детектированием по флуоресценции (231/445 нм). Определение ароматических аминокислот (тирозина и триптофана) проводили методом ион-парной ВЭЖХ с детектированием по природной флуоресценции (280/320 нм для тирозина и 280/340 нм — для триптофана). Все определения проводили с помощью хроматографической системы Agilent 1100, прием и обработка данных — с помощью программы «Agilent ChemStation» A10.01. Математическая обработка данных проведена с помощью программы «Statistica», 6.0; в таблицах приведены средняя арифметическая и стандартная ошибка среднего ( $M \pm m$ ).

#### **Результаты и обсуждение**

Нагрузка ацетатом свинца (в суммарной дозе 150 мг/кг массы) приводила к достовер-

ному увеличению в плазме крови крыс общего содержания свободных аминокислот и их азотсодержащих метаболитов ( $4874 \pm 523$  мкмоль/л против  $3284 \pm 326$  мкмоль/л в контрольной группе). Гипераминоацидемия сопровождалась повышением количества как заменимых (с  $2229 \pm 258$  до  $3323 \pm 380$  мкмоль/л), так и незаменимых аминокислот (с  $714 \pm 53$  до  $1065 \pm 100$  мкмоль/л), в том числе ароматических

(фенилаланин + тирозин (ААК), с  $315 \pm 30$  до  $615 \pm 115$  мкмоль/л). Одновременно возрастало суммарное содержание азотсодержащих производных аминокислот (с  $341 \pm 38$  до  $485 \pm 48$  мкмоль/л) и пул серосодержащих аминокислот (с  $169 \pm 17$  до  $221 \pm 14$  мкмоль/л). Дисбаланс аминокислотного пула плазмы проявлялся увеличением соотношения АРУЦ/ААК (с  $0,86 \pm 0,08$  до  $0,60 \pm 0,04$ ) (таблица 10).

Таблица 1 — Содержание аминокислот и некоторых их производных в плазме крови после введения крысам ацетата свинца в дозе 75 мг/кг и «тритарга» — 300 мг/кг (мкмоль/мл)

Исследуемый показатель	Контроль	Ацетат свинца	Ацетат свинца + «Тритарг»
Аспарагиновая кислота	$23 \pm 3$	$21 \pm 3$	$35 \pm 4^{*†}$
Глутаминовая кислота	$150 \pm 17$	$193 \pm 25$	$335 \pm 40^{*†}$
Аспарагин	$40 \pm 5$	$45 \pm 4$	$56 \pm 4^*$
Серин	$199 \pm 16$	$240 \pm 25$	$327 \pm 44^*$
Глутамин	$868 \pm 176$	$1299 \pm 196$	$705 \pm 73^†$
Гистидин	$72 \pm 8$	$87 \pm 8$	$98 \pm 10^*$
Глицин	$193 \pm 11$	$246 \pm 37$	$271 \pm 16^*$
Треонин	$111 \pm 22$	$81 \pm 11$	$205 \pm 24^{*†}$
Аргинин	$117 \pm 9$	$167 \pm 14^*$	$238 \pm 37^*$
Аланин	$331 \pm 33$	$541 \pm 63^*$	$586 \pm 50^*$
Тирозин	$50 \pm 4$	$80 \pm 9^*$	$103 \pm 16^*$
Валин	$98 \pm 7$	$157 \pm 19^*$	$192 \pm 27^*$
Метионин	$26 \pm 2$	$45 \pm 3^*$	$65 \pm 8^{*†}$
Триптофан	$39 \pm 4$	$71 \pm 6^*$	$71 \pm 3^*$
Изолейцин	$49 \pm 4$	$76 \pm 9^*$	$95 \pm 13^*$
Фенилаланин	$41 \pm 3$	$60 \pm 5^*$	$73 \pm 5^*$
Лейцин	$112 \pm 14$	$122 \pm 14$	$242 \pm 28^{*†}$
Лизин	$236 \pm 40$	$454 \pm 56^*$	$610 \pm 48^*$
Пролин	$185 \pm 21$	$404 \pm 98^*$	$286 \pm 43$
Фосфоэтаноламин	$6 \pm 1$	$10 \pm 1^*$	$13 \pm 3^*$
Цитруллин	$65 \pm 5$	$100 \pm 12^*$	$113 \pm 21^*$
$\beta$ -аминомасляная кислота	$1,1 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,3^{*†}$
$\alpha$ -аминомасляная кислота	$9 \pm 1$	$24 \pm 5^*$	$11 \pm 3^†$
Этаноламин	$23 \pm 3$	$31 \pm 3$	$47 \pm 6^{*†}$
Цистатионин	$2,1 \pm 0,4$	$4,2 \pm 0,8^*$	$11,4 \pm 2,2^{*†}$
Орнитин	$61 \pm 14$	$103 \pm 14^*$	$106 \pm 10^*$
$\alpha$ -аминодипиновая кислота	$1,7 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,4^*$
1-метилгистидин	$2,7 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,2$	$3,7 \pm 0,5^†$
Таурин	$141 \pm 16$	$172 \pm 11$	$207 \pm 16^*$

Как видно из данных таблицы 1, у животных, получавших ацетат свинца, среди индивидуальных показателей аминокислотного пула следует отметить значимые повышения уровней функционально значимых — аргинина (в 1,4 раза), аланина (в 1,6 раза), тирозина (в 1,6 раза), валина (в 1,6 раза), метионина (в 1,7 раза), триптофана (в 1,8 раза), изолейцина (в 1,6 раза), фенилаланина (в 1,5 раза), лизина (в 1,9 раза) и пролина (в 2,2 раза), а также метаболитов протеиногенных аминокислот — цистатионина (в 2 раза), фосфоэтанолamina (в 1,7 раза), цитруллина (в 1,5 раза),  $\alpha$ -аминомасляной кислоты (в 2,7 раза) и орнитина (в 1,7 раза).

Курсовое внутрижелудочное введение «тритарга» животным, получавшим ацетат свинца, увеличивало степень гипераминоацидемии. При этом в плазме этой группы животных существенно повышалось общее количество незаменимых аминокислот и одновременно снижалось относительное количество заменимых аминокислот. В результате падало соотношение заменимые/незаменимые аминокислоты (на 37,5 %). Вероятно, введение аминокислотной композиции активировало метаболизм в скелетных мышцах, в том числе протеолиз, что и приводило к появлению большего количества свободных аминокислот в плазме. Возможно, содержащийся в составе «тритарга» арги-

нин способствовал наработке NO и увеличению кровотока в капиллярах, что также активирует обмен свободных аминокислот [10]. В большей степени повышалось содержание АРУЦ и серосодержащих аминокислот, а также глутамата (отношение глутамат/глутамин). Одновременно со стимуляцией обмена аминокислот в скелетных мышцах введение «тритарга» уменьшало аминокислотный дисбаланс, вызываемый свинцовой интоксикацией. Следует отметить, что увеличение относительного количества АРУЦ (валина, изолейцина, лейцина) оказывает положительное воздействие на биосинтез протективных белков в клетках печени [1].

В плазме крови крыс, получавших «тритарг», наблюдали изменения количественного спектра аминокислот. Увеличивалось содержание аспартата (в 1,5 раза), глутамата (в 2,2 раза), аспарагина (в 1,4 раза), серина (в 1,6 раза), гистидина (в 1,4 раза), глицина (в 1,4 раза), аргинина (в 2,0 раза), аланина (в 1,8 раза); а также незаменимых аминокислот треонина (в 1,9 раза), тирозина (в 2,1 раза), валина (в 2,0 раза), метионина (в 2,5 раза), триптофана (в 1,8 раза), изолейцина (в 1,9 раза), фенилаланина (в 1,8 раза), лейцина (в 2,2 раза), лизина (в 2,6 раза).

На активизацию обмена отдельных аминокислот указывает повышение азот-содержащих метаболитов — цистатионина (в 5,4 раза), таурина (в 1,5 раза), фосфоэтанолamina (в 2,2 раза), цитруллина (в 1,7 раза),  $\beta$ -аминомасляной кислоты (в 2 раза), этаноламина (в 2 раза), орнитина (в 1,7 раза) и  $\alpha$ -аминоадипиновой кислоты (в 1,7 раза) (таблица 1).

У животных, получавших ацетат свинца, в селезенке повышались концентрации глутамата и пролина, уменьшалось соотношение АРУЦ/ААК (таблица 2). Повышение содержания глутамата и пролина указывает на активацию энергетического обмена в клетках селезенки [13]. Отсутствие выраженных изменений содержания свободных аминокислот в селезенке в отличие от таковых в плазме крови после введения ацетата свинца, может быть обусловлено нарушением транспорта этих соединений в клетки вследствие снижения проницаемости биомембран и ингибированием потенциалзависимых кальциевых каналов  $Pb^{2+}$ . Одновременно связь свинца с сульфгидрильными, фосфатными и карбоксильными группами мембраны увеличивает ее жесткость и снижает устойчивость к осмотическому шоку [14].

Таблица 2 — Содержание аминокислот и некоторых их производных в ткани селезенки после введения крысам ацетата свинца в дозе 75 мг/кг и «тритарга» — 300 мг/кг (мкмоль/г)

Исследуемый показатель	Контроль	Ацетат свинца	Ацетат свинца + «Тритарг»
Аспарагиновая кислота	3207 ± 110	3279 ± 140	4074 ± 210*†
Глутаминовая кислота	4696 ± 144	5298 ± 281*	5809 ± 343*
Аспарагин	325 ± 23	304 ± 45	532 ± 74*†
Серин	964 ± 59	924 ± 111	1251 ± 147
Глутамин	1316 ± 59	1170 ± 81	2148 ± 155*†
Глицин	3055 ± 192	2869 ± 147	3607 ± 214†
Треонин	456 ± 61	407 ± 48	732 ± 81*†
Аргинин	323 ± 21	358 ± 62	511 ± 75*
Аланин	1646 ± 98	1969 ± 186	2217 ± 200*
Тирозин	217 ± 13	249 ± 38	324 ± 36*
Валин	371 ± 27	419 ± 63	519 ± 64*
Метионин	112 ± 13	129 ± 26	202 ± 40*
Изолейцин	171 ± 14	196 ± 34	257 ± 35*
Фенилаланин	174 ± 15	190 ± 33	275 ± 43*
Лейцин	357 ± 34	399 ± 81	571 ± 94*
Пролин	615 ± 25	901 ± 98*	1171 ± 124*
Фосфоэтаноламин	8122 ± 277	8359 ± 431	8334 ± 406
$\beta$ -аланин	74 ± 8	85 ± 5	106 ± 6*†
$\beta$ -аминомасляная кислота	67 ± 4	35 ± 5*	35 ± 14*
Этаноламин	260 ± 18	294 ± 71	369 ± 48*
Цистатионин	39 ± 3	36 ± 2	23 ± 2*†
Таурин	14070 ± 708	14746 ± 616	16302 ± 368*
АРУЦ/ААК	0,85 ± 0,03	0,71 ± 0,06*	0,73 ± 0,05*
Глутамат/Глутамин	3,6 ± 0,1	4,6 ± 0,4*	2,7 ± 0,2*†

Курсовое введение «тритарга» активировало транспорт и, вероятно, метаболизм в

клетках селезенки, что проявлялось существенным повышением общего содержания сво-

бодных аминокислот и их азот-содержащих метаболитов ( $51629 \pm 2246$  против  $43064 \pm 1220$  нмоль/г в контрольной группе), вследствие увеличения концентраций аспартата (в 1,3 раза), глутамата (в 1,2 раза), аланина (в 1,3 раза), тирозина (в 1,5 раза), валина (в 1,4 раза), метионина (в 1,8 раза), изолейцина (в 1,5 раза), пролина (в 1,9 раза),  $\beta$ -аланина (в 1,4 раза), таурина (в 1,2 раза) и этаноламина (в 1,4 раза), а также в 1,6 раза повышались уровни аспарагина, глутамина, треонина, аргинина, фенилаланина и лейцина (таблица 2). Дополнительное введение таурина (компонент «три-тарга»), а также увеличение концентраций серосодержащих аминокислот повышает активность неферментативного звена антиоксидантной защиты у животных, получавших ацетат свинца [9]. Повышение концентрации в селезенке глутамина также свидетельствует об активации энергетического обмена в клетках этого органа иммунной защиты, что может иметь значение для повышения резистентности к интоксикации свинцом [15].

#### Заключение

Нагрузка животных ацетатом свинца в суммарной дозе 150 мг/кг массы ( $1/2$  ЛД<sub>50</sub>) приводит гиперацидемии и повышению катаболизма аминокислот. Подобный ответ является характерным для неспецифической реакции организма на окислительный стресс или травму [16]. Курсовое введение «три-тарга» на фоне свинцовой интоксикации повышает степень гиперацидемии, а так же повышает уровни серосодержащих аминокислот (метионин, цистатионин, таурин) как в плазме крови, так и в ткани селезенки. Использование «три-тарга» усиливает адаптивный ответ организма, повышая обеспеченность свободными аминокислотами клетки селезенки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Calder, P. C. Branched-chain amino acid and immunity / P. C. Calder // *J Nutr.* — 2006. — Vol. 136. — № 1. — P. 288–293.
2. Yoneda, J. Regulatory Roles of Amino Acids in Immune Response / J. Yoneda, A. Andou, K. Takehana // *Current Rheumatology Reviews.* — 2009. — № 5. — P. 252–258.
3. Шейбак, В. М. Иммунотоксические и иммунорегуляторные эффекты воздействия свинца на организм млекопитающих / В. М. Шейбак, А. Ю. Павлюковец // *Проблемы здоровья и экологии.* — 2012. — № 1. — С. 120–125.
4. Pb<sup>2+</sup> exposure attenuates hypersensitivity in vivo by increasing regulatory T cells / L. Fang, F. Zhao, X. Shen et al // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* — 2012. — Vol. 265. — P. 272–278.
5. Effect of lead exposure on lymphocyte subsets and activation markers / K. P. Mishra [et al.] // *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* — 2010. — Vol. 32. — P. 446–449.
6. Zelikoff, J. T. Inhalation of particulate lead oxide disrupt pulmonary macrophage-mediated functions important for host defense and tumor surveillance in the lung / J. T. Zelikoff, E. Parsons, R. Schlesinger // *Environ. Res.* — 1993. — Vol. 62. — P. 207–222.
7. Serum IgE elevation correlates with blood lead levels in battery manufacturing workers / Y. Heo [et al.] // *Hum. Exp. Toxicol.* — 2004. — Vol. 23. — P. 209–213.
8. Effect of lead exposure on the immune response of some occupationally exposed individuals / K. P. Mishra [et al.] // *Toxicol.* — 2003. — Vol. 188. — P. 251–259.
9. Investigating the influence of taurine on thiol antioxidant status in Wistar rats with a multi-analytical approach / J. Sochora [et al.] // *Journal of Applied Biomedicine.* — 2013. — P. 1–36.
10. Шейбак, В. М. Аргинин и иммунная система – возможные механизмы взаимодействия / В. М. Шейбак, А. Ю. Павлюковец // *Вестник Витебского государственного университета.* — 2013. — Т. 12, № 1. — С. 6–13.
11. Tryptophan Stimulates Immune Response in Broiler Chickens Challenged with Infectious Bursal Disease Vaccine / M. Emadi [et al.] // *Journal of Animal and Veterinary Advances.* — 2010. — Vol. 9. — P. 610–616.
12. The Immunoregulatory Function of Indoleamine 2, 3 Dioxygenase and Its Application in Allograft Transplantation / B. R. Jalili [et al.] // *Iran J Allergy Asthma Immunol.* — 2007. — Vol. 6, № 4. — P. 167–179.
13. Watford, M. Glutamine Metabolism and Function in Relation to Proline Synthesis and the Safety of Glutamine and Proline Supplementation / M. Watford // *American Society for Nutrition.* — 2008. — Vol. 138. — P. 2003–2007.
14. Effect of lead acetate toxicity on experimental male albino rat / N. M. Ibrahim [et al.] // *Asian Pac J Trop Biomed.* — 2012. — Vol. 2. — P. 41–46.
15. Exercise restores immune cell function in energy-restricted rats / M. V. Giampietro [et al.] // *Med Sci Sports Exerc.* — 2004. — Vol. 36. — P. 2059–2064.
16. Muscle and plasma amino acids following injury. Influence of intercurrent infection / J. Askanazi [et al.] // *Ann Surg.* — 1980. — Vol. 192. — P. 78–85.

Поступила 02.04.2014

УДК 614.876.06:621.039.58

### МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННЫХ ДОЗ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ЛИЦ, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ РАДИАЦИИ ВСЛЕДСТВИЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС

А. Н. Матарас, Л. Н. Эвентова, Ю. В. Висенберг, Н. Г. Власова

Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека, г. Гомель

Основой методического подхода оценки индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, являются установленные гендерные и возрастные закономерности формирования дозы внешнего облучения индивида. Выявлены семь половозрастных групп, значительно различающиеся по среднему значению дозы внешнего облучения. Установлена связь средней дозы внешнего облучения половозрастной группы со средней дозой внешнего облучения в населенном пункте, выраженная в «коэффициенте индивидуализации», значения которого определены для каждой половозрастной группы. Проведена апробация методического подхода оценки индивидуализированной дозы внешнего облучения. Различие между расчетной и инструментально измеренной дозой внешнего облучения составляет в среднем 21 %.

**Ключевые слова:** доза внешнего облучения, термо-люминесцентная дозиметрия, половозрастная группа, «коэффициент индивидуализации».