

**ДИНАМІКА ЗМІН БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ  
ЗА ДІЇ МАЛИХ ДОЗ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ  
ТА ПРЕПАРАТУ ЕРСОЛ****Г. Г. Савчук<sup>1</sup>, Г. І. Мардар<sup>1</sup>, Ю. П. Гриневич<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Чернівецький Національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці*<sup>2</sup> *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ*

Вивчено особливості впливу рентгенівського випромінювання дозами 0,25, 0,5, 1,0 Гр на динаміку важливих біохімічних показників гомеостазу організму білих щурів упродовж 20 діб. Показано, що вплив випромінювання вказаними вище дозами викликає зворотні зміни активності амінотрансфераз, рівнів триацилгліцеролів, холестеролу та глюкози в сироватці крові щурів. Спостерігаються значні зміни в ліпідному обміні. Чутливими показниками променевого ураження, за результатами наших експериментів, можна вважати зростання в усі строки дослідження вмісту загальних ліпідів, фазовий характер змін активності лужної фосфатази та концентрації вільного заліза залежно від дози опромінення. Застосування препарату ерсол справляє нормалізуючий вплив на більшість досліджуваних біохімічних показників сироватки крові щурів, опромінених у дозі 0,5 Гр.

Проблема біологічної дії малих доз радіації в радіобіології є однією з найважливіших. Незважаючи на відносно велику кількість робіт, присвячених вивченню біологічної дії іонізуючого випромінювання, і досі немає повної ясності щодо механізму, порогових рівнів, динаміки розвитку та характеру біологічних ефектів [1 - 3]. У більшості публікацій висвітлено результати досліджень біохімічного складу крові організмів, що піддавалися сублетальним і летальним дозам опромінення [4, 5]. Однак дані про зміни біохімічних показників крові за дії малих доз радіації неоднозначні. У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження динаміки активності ферментів аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази, лужної фосфатази, холестеролу, глюкози та заліза сироватки крові щурів за умов впливу малих доз рентгенівського випромінювання та при застосуванні препарату ерсол [6].

**Матеріали та методи дослідження**

Досліди проводили на статевозрілих білих безпородних щурах-самцях масою 150 - 200 г. Було сформовано 6 груп тварин. Перша група (8 тварин) служила контролем. Щурам другої групи (8 тварин) вводили препарат ерсол. В інших групах було по 7 тварин. Щурів третьої, четвертої та п'ятої груп піддавали рентгенівському опроміненню дозами 0,25, 0,5, 1,0 Гр відповідно. За літературними даними ці дози належать до діапазону малих. Тварини шостої групи зазнавали впливу іонізуючого випромінювання в дозі 0,5 Гр на тлі препарату ерсол. Останній вводили тваринам внутрішньом'язево дозою 150 мг/кг за день перед початком та щотижня впродовж експерименту.

Опромінення здійснювали однократно за допомогою рентгенівського діагностичного апарату 12П6 з потужністю дози 0,258 мКл/кг-с, напругою 90 кВ, силою струму 40 мА, алюмінієвому фільтрі, шкірно-фокусною відстанню 48 см.

Щурів декапітували під легким ефірним наркозом на першу, четверту, сьому та двадцяту доби після впливу рентгенівського опромінення. Біохімічне дослідження сироватки крові (визначення активності ферментів аспартатамінотрансферази (АсАТ), аланінамінотрансферази (АлАт), лужної фосфатази, кількості холестеролу, глюкози, заліза) проводили за допомогою наборів реактивів фірми "Філісіт Діагностика", а визначення вмісту загальних ліпідів, фосфоліпідів, триацилгліцеролів (ТАГ) – за допомогою свіжоприготовлених реактивів за уніфікованими лабораторними методами дослідження [7]; концентрацію загального

білка визначали за методом Lowry [8]. Вірогідність різниці показників у тварин різних груп оцінювали за критерієм t-Ст'юдента ( $p \leq 0,05$ ) [9].

### Результати та їх обговорення

У сироватці крові щурів, котрим вводили лише препарат ерсол, не спостерігалися достовірні зміни досліджуваних біохімічних показників порівняно з інтактними тваринами впродовж усього експерименту (табл. 1 – 4).

На першу добу після опромінення (табл. 1) порівняно з контролем відбуваються однонаправлені зміни активності аспартатамінотрансферази й аланінамінотрансферази - від тенденцій до збільшення при менших дозах опромінення і до вірогідного підвищення за умов опромінення більшими дозами. Відхилення від контрольних значень активності лужної фосфатази коливалися залежно від дози, а саме: доза 0,25 Гр не викликала суттєвих змін, доза 0,5 Гр спричиняла тенденцію до зростання, а доза 1,0 Гр – вірогідне зниження на 24,92 % ( $p \leq 0,05$ ). У щурів, опромінених дозою 0,5 Гр, відмічено зміни у вмісті фосфоліпідів - достовірне зменшення на 37,74 % порівняно з контролем ( $p \leq 0,05$ ). З підвищенням дози опромінення рівень ТАГ і холестеролу зростав від тенденції до вірогідної зміни. Концентрація глюкози на першу добу після рентгенівського опромінення в усіх використаних дозах достовірно підвищувалася прямо пропорційно дозі на 27,99, 35,65 та 38,52 % відповідно. Зміна вмісту незв'язаного заліза в сироватці крові була різноспрямована: незначне підвищення при опроміненні дозою 0,25 Гр; доза 0,5 Гр не справляла істотного впливу; при опроміненні дозою 1,0 Гр спостерігалось збільшення майже в 1,5 рази.

Введення препарату ерсол тваринам, опроміненим дозою 0,5 Гр, запобігало зростанню на цей час активності АсАТ, АлАТ, лужної фосфатази, збільшенню вмісту холестеролу та глюкози, не впливаючи на концентрацію загальних ліпідів, фосфоліпідів і ТАГ.

Таблиця 1. Деякі біохімічні показники сироватки крові білих щурів на першу добу після одноразового рентгенівського опромінення малими дозами та за умов введення препарату ерсол ( $M \pm m$ )

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5 Гр+ерсол (n = 7)
АсАТ, мкмоль/(год · мл)	3,41 ± 0,25	3,53 ± 0,24	3,95 ± 0,39	4,05 ± 0,34	5,38 ± 0,27***	3,79 ± 0,20
АлАТ, мкмоль/(год · мл)	1,76 ± 0,12	1,65 ± 0,14	2,29 ± 0,21	3,02 ± 0,26**	3,77 ± 0,24***	2,11 ± 0,12 <sup>#</sup>
ЛДГ, од/л	340,00 ± 22,68	350,00 ± 17,32	357,10 ± 18,22	377,10 ± 19,73	397,10 ± 20,20	354,30 ± 19,38
Лужна фосфа- таза, нмоль/(с · л)	4158,0 ± 328,1	4386,0 ± 305,8	4349,0 ± 320,2	4518,0 ± 498,8	3122,0 ± 243,9*	4384,0 ± 386,2
Загальний білок, г/л	86,50 ± 3,13	88,38 ± 3,75	93,71 ± 4,85	92,00 ± 4,12	93,86 ± 3,86	91,14 ± 5,78
Загальні ліпіди, г/л	2,06 ± 0,16	2,19 ± 0,18	2,08 ± 0,21	2,39 ± 0,12	2,31 ± 0,19	2,36 ± 0,10
Фосфоліпіди, ммоль/л	1,06 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,04 ± 0,09	0,66 ± 0,12 *	1,00 ± 0,10	0,73 ± 0,12*
Триацилгліце- роли, ммоль/л	0,40 ± 0,03	0,44 ± 0,03	0,57 ± 0,12	0,52 ± 0,05*	0,66 ± 0,06**	0,50 ± 0,09
Холестерол, ммоль/л	2,48 ± 0,19	2,25 ± 0,15	2,92 ± 0,25	3,32 ± 0,27 *	3,78 ± 0,25**	2,20 ± 0,18 <sup>##</sup>

Продовження табл. 1

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5 Гр+ерсол (n = 7)
Глюкоза, ммоль/л	4,18 ± 0,34	4,51 ± 0,35	5,35 ± 0,35*	5,67 ± 0,24**	5,79 ± 0,22**	5,06 ± 0,39
Залізо, мкмоль/л	1,33 ± 0,10	1,32 ± 0,10	1,51 ± 0,10	1,21 ± 0,08	1,94 ± 0,13**	1,25 ± 0,08

\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,05$ ).\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,01$ ).\*\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,001$ ).# Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,05$ ).## Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,01$ ).

Біохімічні показники сироватки крові щурів на четверту добу після рентгенівського опромінення представлено в табл. 2. Із отриманих результатів видно, що підвищена активність АсАТ зберігається лише за умови опромінення дозою 1,0 Гр ( $p \leq 0,05$ ), а зміни активності АлАТ, лужної фосфатази та вмісту ТАГ аналогічні змінам, що спостерігалися на першу добу після опромінення, але більше чи менше виражені. Концентрація загальних ліпідів збільшена, причому, якщо на першу добу цей показник має лише тенденцію до підвищення, то на четверту добу зміни стають достовірними при 0,5 і 1,0 Гр. На четверту добу після опромінення вміст фосфоліпідів має тенденцію до збільшення при опроміненні дозами 0,25 і 0,5 Гр та вірогідно зростає більше ніж у 1,5 рази при опроміненні дозою 1,0 Гр. Рівні холестеролу та глюкози коливалися в межах, близьких до контрольних значень. При опроміненні щурів дозами 0,25 і 1,0 Гр концентрація заліза в сироватці крові наблизилася до контрольних значень, а при опроміненні дозою 0,5 Гр – достовірно зменшилася на 34,59 % ( $p \leq 0,01$ ).

Таблиця 2. Деякі біохімічні показники сироватки крові білих щурів на четверту добу після одноразового рентгенівського опромінення малими дозами та за умов введення препарату ерсол ( $M \pm m$ )

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5Гр+ерсол (n = 7)
АсАТ, мкмоль/(год · мл)	3,41 ± 0,25	3,53 ± 0,24	3,64 ± 0,26	3,67 ± 0,30	4,30 ± 0,26*	3,62 ± 0,42
АлАТ, мкмоль/(год · мл)	1,76 ± 0,12	1,65 ± 0,14	2,12 ± 0,10*	2,61 ± 0,17**	3,14 ± 0,25***	2,22 ± 0,13*
ЛДГ, од/л	340,00 ± 22,68	350,00 ± 17,32	328,60 ± 16,82	351,40 ± 24,24	360,00 ± 16,33	342,90 ± 20,20
Лужна фосфа- таза, нмоль/(с · л)	4158,0 ± 328,1	4386,0 ± 305,8	4396,0 ± 340,6	4684,0 ± 513,0	3086,0 ± 232,1*	4384,0 ± 403,9
Загальний білок, г/л	86,50 ± 3,13	88,38 ± 3,75	91,29 ± 4,74	91,71 ± 5,15	91,71 ± 4,37	89,00 ± 4,07
Загальні ліпіди, г/л	2,06 ± 0,16	2,19 ± 0,18	2,54 ± 0,24	3,14 ± 0,23*	3,32 ± 0,22***	2,00 ± 0,21##
Фосфоліпіди, ммоль/л	1,06 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,41 ± 0,22	1,34 ± 0,10	1,64 ± 0,09***	0,92 ± 0,10#
Триацилгліце- роли, ммоль/л	0,40 ± 0,03	0,44 ± 0,03	0,46 ± 0,08	0,59 ± 0,07*	0,58 ± 0,06*	0,38 ± 0,07#
Холестерол, ммоль/л	2,48 ± 0,19	2,25 ± 0,15	2,56 ± 0,18	2,53 ± 0,18	2,75 ± 0,20	2,16 ± 0,21

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5Гр+ерсол (n = 7)
Глюкоза, ммоль/л	4,18 ± 0,34	4,51 ± 0,35	5,01 ± 0,30	4,56 ± 0,45	4,58 ± 0,40	4,07 ± 0,37
Залізо, мкмоль/л	1,33 ± 0,10	1,32 ± 0,10	1,40 ± 0,13	0,87 ± 0,06**	1,28 ± 0,09	1,20 ± 0,10 <sup>#</sup>

\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,01$ ).

\*\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,001$ ).

<sup>#</sup> Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>##</sup> Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,01$ ).

Введення ерсолу справляє позитивну дію на показники ліпідного обміну, сприяє нормалізації активності лужної фосфатази та вмісту заліза в сироватці на четверту добу спостереження.

На сьому добу після дії іонізуючого опромінення дозами 0,5 і 1 Гр (табл. 3) у сироватці крові щурів залишилася підвищеною активність амінотрансфераз, зберігалася направленість змін активності лужної фосфатази.

Таблиця 3. Деякі біохімічні показники сироватки крові білих щурів на сьому добу після одноразового рентгенівського опромінення малими дозами та за умов введення препарату ерсол ( $M \pm m$ )

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5Гр+ерсол (n = 7)
АсАТ, мкмоль/(год · мл)	3,41 ± 0,25	3,53 ± 0,24	3,61 ± 0,25	4,88 ± 0,30**	4,16 ± 0,21*	3,84 ± 0,23 <sup>#</sup>
АлАТ, мкмоль/(год · мл)	1,76 ± 0,12	1,65 ± 0,14	1,95 ± 0,18	3,31 ± 0,27***	3,00 ± 0,22***	2,27 ± 0,15*, <sup>##</sup>
ЛДГ, од/л	340,00 ± 22,68	350,00 ± 17,32	311,40 ± 16,82	317,10 ± 21,57	348,60 ± 16,82	322,90 ± 19,24
Лужна фосфа- таза, нмоль/(с · л)	4158,0 ± 328,1	4386,0 ± 305,8	4432,0 ± 390,9	5206,0 ± 298,2*	3252,0 ± 264,8	4758,0 ± 436,6
Загальний білок, г/л	86,50 ± 3,13	88,38 ± 3,75	90,86 ± 3,61	93,86 ± 3,57	100,30 ± 3,75*	88,29 ± 3,13
Загальні ліпіди, г/л	2,06 ± 0,16	2,19 ± 0,18	2,67 ± 0,22*	3,23 ± 0,27**	3,10 ± 0,27**	2,87 ± 0,15**
Фосфоліпіди, ммоль/л	1,06 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,13 ± 0,09	1,18 ± 0,13	1,26 ± 0,15	1,18 ± 0,10
Триацилгліце- роли, ммоль/л	0,40 ± 0,03	0,44 ± 0,03	0,60 ± 0,06*	0,63 ± 0,11	0,43 ± 0,05	0,45 ± 0,07
Холестерол, ммоль/л	2,48 ± 0,19	2,25 ± 0,15	2,61 ± 0,24	2,92 ± 0,45	2,99 ± 0,20	2,31 ± 0,22
Глюкоза, ммоль/л	4,18 ± 0,34	4,51 ± 0,35	3,73 ± 0,49	4,29 ± 0,28	3,43 ± 0,24	4,25 ± 0,14
Залізо, мкмоль/л	1,33 ± 0,10	1,32 ± 0,10	1,41 ± 0,12	1,02 ± 0,11	1,20 ± 0,07	1,31 ± 0,06 <sup>#</sup>

\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,01$ ).

\*\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,001$ ).

<sup>#</sup> Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>##</sup> Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,01$ ).

Відмічено достовірну гіперліпідемію в усіх групах тварин, що зазнали опромінення. Доза 1,0 Гр спричинила вірогідне зростання рівня загального білка на 15,95 % ( $p \leq 0,05$ ) відносно контролю. Кількість ТАГ на сьому добу після опромінення змінювалася по-різному залежно від дози радіації. Так, за дії найменшої із досліджуваних доз – 0,25 Гр – спостерігалось достовірне її зростання в 1,5 рази, доза 0,5 Гр викликала тенденцію до зростання, а доза 1,0 Гр – зниження до контрольного значення.

Застосування ерсолу виявилось ефективним щодо нормалізації активності аміно-трансфераз на сьому добу після опромінення.

Результати біохімічних досліджень, представлені в табл. 4, свідчать, що на двадцятую добу після опромінення вказаними дозами активність АсАТ, АлАТ і рівень ТАГ у сироватці крові щурів майже не відрізнялися від контрольних величин.

Таблиця 4. Деякі біохімічні показники сироватки крові білих щурів на двадцятую добу після одноразового рентгенівського опромінення малими дозами та за умов введення препарату ерсол ( $M \pm m$ )

Показники	1 група контроль (n = 8)	2 група ерсол (n = 8)	3 група 0,25 Гр (n = 7)	4 група 0,5 Гр (n = 7)	5 група 1,0 Гр (n = 7)	6 група 0,5Гр+ерсол (n = 7)
АсАТ, мкмоль/(год · мл)	3,41 ± 0,25	3,53 ± 0,24	3,09 ± 0,19	3,67 ± 0,13	3,01 ± 0,19	3,60 ± 0,19
АлАТ, мкмоль/(год · мл)	1,76 ± 0,12	1,65 ± 0,14	1,69 ± 0,15	1,79 ± 0,21	2,11 ± 0,16	1,87 ± 0,15
ЛДГ, од/л	340,00 ± 22,68	350,00 ± 17,32	294,30 ± 20,34	265,71 ± 21,25*	254,29 ± 20,34*	305,71 ± 16,16
Лужна фосфа- таза, нмоль/(с · л)	4158,0 ± 328,1	4386,0 ± 305,8	4470,0 ± 207,4	6029,6 ± 646,0*	5552,4 ± 469,3*	4654,1 ± 417,3
Загальний білок, г/л	86,50 ± 3,13	88,38 ± 3,75	102,70 ± 2,57*	101,57 ± 2,59*	106,57 ± 3,79**	93,57 ± 3,75
Загальні ліпіди, г/л	2,06 ± 0,16	2,19 ± 0,18	2,81 ± 0,18**	2,84 ± 0,27*	2,87 ± 0,16**	2,50 ± 0,16
Фосфоліпіди, ммоль/л	1,06 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,26 ± 0,18	1,45 ± 0,08**	0,78 ± 0,08*	1,29 ± 0,10
Триацилглице- роли, ммоль/л	0,40 ± 0,03	0,44 ± 0,03	0,50 ± 0,05	0,39 ± 0,06	0,38 ± 0,05	0,34 ± 0,05
Холестерол, ммоль/л	2,48 ± 0,19	2,25 ± 0,15	2,20 ± 0,20	2,30 ± 0,20	2,05 ± 0,17	2,12 ± 0,18
Глюкоза, ммоль/л	4,18 ± 0,34	4,51 ± 0,35	3,86 ± 0,27	3,95 ± 0,19	4,88 ± 0,17	4,47 ± 0,21
Залізо, мкмоль/л	1,33 ± 0,10	1,32 ± 0,10	0,94 ± 0,09*	0,80 ± 0,05**	0,85 ± 0,05**	1,17 ± 0,09 <sup>###</sup>

\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,01$ ).

\*\*\* Вірогідна різниця відносно контролю ( $p \leq 0,001$ ).

# Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,05$ ).

### Вірогідна різниця відносно групи без препарату ерсол ( $p \leq 0,01$ ).

На відміну від попередніх термінів дослідження дози 0,5 і 1,0 Гр спричинили достовірне зростання активності лужної фосфотрази на 45,01 та 33,54 % відповідно. Усі дози опромінення викликали достовірні гіперліпідемію, гіперпротеїнемію та зниження концентрації вільного заліза. Вміст фосфоліпідів на двадцятую добу після опромінення зазнає різних змін при збільшенні дози опромінення: 0,25 Гр викликала незначне підвищення; 0,5 Гр – достовірне зростання на 36,79 % ( $p \leq 0,01$ ); 1,0 Гр – достовірне зменшення на 26,42 % ( $p \leq 0,05$ ) відносно контролю.

У тварин, котрим опромінення проводили на тлі препарату ерсол, такі показники, як активність лужної фосфатази, вміст загального білку, загальних ліпідів, фосфоліпідів та заліза, на відміну від аналогічних показників опромінених тварин без введення ерсолу наближалися до контрольних значень на цю добу спостереження.

Підсумовуючи отримані дані, можна зробити висновок про суттєві зміни досліджуваних нами біохімічних показників сироватки крові щурів, які зазнали рентгеновського опромінення дозами 0,25, 0,5 та 1,0 Гр. Так, зміни активності амінотрансфераз у всі терміни від початку опромінення однонаправлені, різниця лише у ступені активації ферментної системи. Збільшення активності ряду ферментів є однією з найбільш ранніх біохімічних змін, що спостерігаються в опромінених клітинах, і відбувається через зміни проникливості внутрішніх мембран клітини під впливом радіації [5]. Підвищення активності АсАТ, АлАТ у наших дослідженнях можна пояснити короткочасним збільшенням мембранної проникливості гепатоцитів і виходом з них індикаторних ферментів.

Активність лужної фосфатази в ранні терміни після опромінення (1 - 7 доби) коливалася залежно від дії дози: 0,25 Гр – практично не змінювалася; 0,5 Гр – підвищувалася; 1,0 Гр – знижувалася. На двадцяті добу вона достовірно зростала за умов опромінення дозами 0,5 та 1,0 Гр. Лужна фосфатаза бере активну участь у реалізації багатьох біохімічних реакцій в організмі. Численні дослідження свідчать про зміну її активності за дії іонізуючого випромінювання і, як вважають, вона може бути тестом на його вплив [2]. Зростання її активності при зовнішньому опроміненні щурів може свідчити про лабілізацію мембран гепатоцитів.

Аналіз ступеня вираженості та швидкості прояву змін рівня загального білка сироватки крові показує на його залежність від дії дози при опроміненні щурів: 0,25 і 0,5 Гр – його вміст достовірно зростає на двадцяті добу, а 1,0 Гр – вже на сьому добу, не змінюючись до кінця експерименту. Гіперпротеїнемія може спостерігатися внаслідок подразнення ретикулоендотеліальної системи печінки [10].

Істотні зміни під впливом одноразового рентгеновського опромінення дозами 0,25, 0,5 і 1,0 Гр спостерігалися в ліпідному обміні. Так, усі дози з першого дня досліджень спричиняли гіперліпідемію, що може свідчити про пошкоджуючий вплив на печінку, оскільки остання відіграє важливу роль в обміні ліпідів.

Зміни вмісту фосфоліпідів у нашому експерименті були різноспрямованими. Доза 0,25 Гр не викликала достовірних змін, окрім тенденцій до підвищення на четверту та двадцяті доби після опромінення. При опроміненні дозою 0,5 Гр на першу добу відбувалося різке зниження рівня фосфоліпідів, у подальшому спостерігалася коливання середніх величин у напрямку збільшення; опромінення тварин дозою 1,0 Гр призводить до стрімкого зростання концентрації на четверту добу, наближення до норми на сьому добу та достовірне зменшення на двадцяті добу експерименту. Фосфоліпіди входять до складу клітинних мембран. Підвищення їх рівня в сироватці крові в перші дні після опромінення може бути результатом надходження їх в кров з пошкоджених клітинних мембран.

Триацилгліцероли є запасною формою ліпідів в організмі. Підвищення їх вмісту в сироватці крові спостерігається в разі ураження печінки, при нефрозах, гіпотиреозі, лейкозах, панкреатитах тощо [10]. У нашому експерименті зміни концентрації ТАГ направлені тільки в бік збільшення, причому швидкість прояву гіпертриацилгліцеролемії залежить від величини дози опромінення: при 0,5 і 1,0 Гр достовірні зміни відбувалися вже на першу добу, а при 0,25 Гр – на сьому добу. На двадцяті добу спостерігалася нормалізація вмісту ТАГ у всіх дослідних групах.

Концентрація холестеролу в сироватці крові вже на першу добу після опромінення в досліджуваних дозах зростала від тенденції (0,25 Гр) до достовірних змін (0,5 і 1,0 Гр), причому найвищий її рівень спостерігався при опроміненні дозою 1,0 Гр. У наступні терміни після впливу рентгеновських променів (четверта, сьома доби) вміст холестеролу загалом мав тенденцію до підвищення і до двадцятої доби майже не відрізнявся від контролю.

Холестерол може накопичуватися в крові при порушеннях ліпідного обміну [10], а за умов дії іонізуючого випромінювання збільшується його синтез [4]. Активацію холестерогенезу в печінці опромінених тварин розглядають як патологію ліпідного обміну, спричинену радіаційним впливом [4]. Отже, за умов одноразового рентгенівського опромінення дозами 0,25, 0,5 і 1,0 Гр в організмі тварин відбуваються значні зміни в обміні ліпідів.

Концентрація глюкози вже на першу добу після опромінення трьома вказаними дозами достовірно збільшується порівняно з контролем, залишаючись у межах фізіологічної норми. У наступні терміни спостереження вона нормалізувалася, відмічалися тенденції до зменшення на сьому та збільшення на двадцять добу експерименту при опроміненні дозою 1,0 Гр. Такі коливання кількості глюкози можуть бути викликані подразненням та реакцією відповіддю центральної нервової системи на опромінення [10].

Залізо є надзвичайно важливим елементом для здійснення низки метаболічних процесів. Його вміст упродовж досліджень змінювався залежно від дози опромінення, причому дозозалежні відмінності спостерігалися не лише у вираженості змін, а й навіть у їх напрямку. Так, доза 0,25 Гр спричиняла зменшення його концентрації аж на двадцять добу. Опромінення дозою 0,5 Гр викликало зниження рівня заліза вже з першої доби спостережень, від незначного (перша, сьома доби) до вірогідного (четверта, двадцять доби). А при опроміненні дозою 1 Гр відбувалося достовірне зростання його вмісту на першу добу, зниження до контрольних величин на четверту і сьому та достовірне зниження на двадцять. Обмін заліза дуже чутливий до впливу іонізуючої радіації, зміни спостерігаються при опроміненні від 25 Р [5]. Дози 50 – 100 Р призводять до сповільнення включення заліза в еритроцити впродовж перших семи діб після опромінення, внаслідок чого його вміст у сироватці крові більшості опромінених тварин значно підвищується. Зниження рівня заліза може відбуватися внаслідок його посиленого виведення з організму під впливом опромінення й бути причиною залізодефіцитної анемії.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що опромінення призводить до збільшення проникливості мембран гепатоцитів, виходу мембранних фосfolіпідів і холестеролу до крові, що спричиняє підвищення рівня загальних ліпідів у сироватці, підвищення активності цитоплазматичних ферментів гепатоцитів (АсАТ, АлАТ, лужної фосфатази) у сироватці крові.

Введення ерсолу з профілактично-лікувальною метою щурам, опроміненим дозою 0,5 Гр, спричиняє нормалізацію досліджених нами біохімічних показників сироватки крові впродовж експерименту, що свідчить про його певні радіомодифікуючі властивості. Ерсол – біологічно-активний препарат, виготовлений з опроміненої ультрафіолетом крові великої рогатої худоби [6]. Позитивний вплив ерсолу, очевидно, обумовлений його здатністю підвищувати рівень захисних ресурсів організму. В екстремальних ситуаціях препарат зменшує відхилення від норми ряду біохімічних і морфологічних показників організму [11, 12] і тим самим гальмує розбалансування його систем.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романенко А. Ю. Біологічні ефекти низьких доз іонізуючого опромінення // Журнал АМНУ. - 1999. - Т. 5, № 2. - С. 199 - 209.
2. Руднев А. В. Радиационная экология. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 88 с.
3. Ярмоненко С. П. Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты. Аналитический обзор // Мед. радиология и радиац. безопасность. - 2000. - № 3. - С. 5 - 32.
4. Коломийцева И. К. Радиационная биохимия мембранных липидов. - М.: Наука, 1989. - 181 с.
5. Кузин А. М. Радиационная биохимия. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 336 с.
6. Сандуляк Л. І., Халаїм Є. А., Власик Л. І. та ін. Використання клітин крові для отримання біологічно-активних сполук, виділення та очистки продуктів біотехнології // Експериментальна та клінічна фізіологія. - Львів, 1995. - С. 280 - 281.
7. Комаров Ф. И., Коровкин Б. Ф., Меньшиков В. В. Биохимические исследования в клинике. - Л.: Медицина, 1976. - 384 с.

8. *Lowry O. N., Rosebrougt N. L., Farr A. L. et al.* // J. Biol. Chem. - 1951. - Vol. 189, No. 1. - P. 256.
9. *Лакін Г. Ф.* Биометрия: Учеб. пособие для биологич. спец. вузов. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1980. - 293 с.
10. *Колб В. Г., Камышников В. С.* Справочник по клинической химии. - Минск: Беларусь, 1982. - 366 с.
11. *Мардар Г. І., Савчук Г. Г., Каваре В. І. та ін.* Реакція крові, аденогіпофіза та кори наднирників білих щурів на іонізуюче опромінення і препарат ерсол // Наук. вісник Чернівецького університету. - 2000. - Вип. 77. - С. 210 – 218.
12. *Мардар Г. І., Савчук Г.Г., Халаїм Є. А.* Біохімічні та гематологічні показники крові білих щурів за умов дії препарату ерсол-1 на тлі паральдегіду // Вісн. проблем біології і медицини. - 1999. - № 10. - С.57 - 62.

### **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКИХ ДОЗ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРЕПАРАТА ЭРСОЛ**

**Г. Г. Савчук, А. И. Мардар, Ю. П. Гриневиц**

Изучены особенности влияния рентгеновского излучения дозами 0,25, 0,5 и 1,0 Гр на динамику биохимических показателей гомеостаза организма крыс на протяжении 20 сут. Показано, что влияние излучения указанными дозами вызывает обратимые изменения активности аминотрансфераз, уровней триацилглицеролов, холестерина и глюкозы в сыворотке крови крыс. Наблюдаются значительные сдвиги в липидном обмене. Чувствительными показателями лучевого поражения в наших экспериментах можно считать увеличение содержания общих липидов, фазовый характер изменения активности щелочной фосфатазы и концентрации свободного железа в зависимости от дозы облучения на протяжении эксперимента. Использование препарата эрсол приводит к нормализации большинства исследуемых биохимических показателей сыворотки крови крыс, облученных дозой 0,5 Гр.

### **CHANGES DYNAMICS OF RATS BLOOD SERUM INDEXES DUE TO ROENTGEN RADIATION LITTLE DOSES ACTION AND ERSOL PREPARATION**

**G. G. Savchuk, G. I. Mardar, Yu. P. Grynevich**

The peculiarities of change dynamics of Roentgen irradiation of 0,25, 0,5, 1,0 Gy doses on the important biochemical indexes of rats' organisms homeostase had been studied. It had been shown that radiation of those doses had caused returned changes of activity of aminotranspherases, thricilglicrioles, holesterole and glucose in rats' blood serum. Essential shifts in lipid change were observed. According to the experimental results the sensitive index indicating the radiation defeat was the growth of usual lipids content during the whole period of investigation and phase character of alkaline phosphatase activity changes and decrease of free iron concentrations depending of irradiation doses. Ersol preparation usage had made a good effect on the most studied biochemical indexes of rats' blood serum irradiated by 0,5 Gy dose.

Надійшла до редакції 03.01.02,  
після доопрацювання – 14.02.02.