

Т. В. Циганок¹, Н. К. Родіонова², І. П. Дрозд¹, Л. В. Тарасенко¹, В. І. Федорченко¹¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ² Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології
ім. Р. Є. Кавецького НАН України, Київ**ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗА ОДНОРАЗОВОГО ПЕРОРАЛЬНОГО НАДХОДЖЕННЯ
ДО ОРГАНІЗМУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЩУРІВ
РОЗЧИНУ НАТРІЮ ЙОДИДУ (Na¹³¹I)**

Проведено дослідження гематологічних показників (кількість еритроцитів, лейкоцитів і лейкоцитарна формула) периферичної крові лабораторних щурів лінії Вістар після введення їм одноразово перорально радіонукліда ¹³¹I у вигляді розчину натрію йодиду (Na¹³¹I) з активностями 3,3, 19,16, 113,8 і 327,0 кБк на тварину. Кількість еритроцитів у кров'яному руслі впродовж усього терміну спостереження вірогідно не змінювалась. Кількість лейкоцитів підвищувалась. Збільшення активності введеного радіоїоду викликало суттєво більший ступінь вірогідного підвищення кількості лейкоцитів упродовж усього експерименту за рахунок збільшення абсолютної кількості лімфоцитів.

Ключові слова: лабораторні щури, ¹³¹I, периферична кров, лейкоцити, лейкограма.

Вступ

Незначні викиди ізотопів йоду утворюються при плановій роботі на ядерно-енергетичних підприємствах, а при аварійних ситуаціях їхня кількість може бути значною. Під час і в ранній період після аварій на атомних станціях (Чорнобильська, Фукусіма) радіонуклід ¹³¹I був одним із основних дозоутворюючих елементів. Чорнобильська аварія за своїм радіаційним впливом належить до категорії йодних катастроф глобального масштабу. З точки зору радіаційної небезпеки відносно довгоживучий, порівняно з іншими радіоізотопами йоду, ¹³¹I є найнебезпечнішим для організму. Його внесок у формування доз опромінення, а також загальної соматичної патології через порушення функціональної активності щитоподібної залози є дуже суттєвим. Крім того, ¹³¹I має широке медичне застосування. Впливу радіоїоду зазначають лікарі-радіологи, а також пацієнти внаслідок його використання для діагностики і терапії патології щитоподібної залози. Система крові є однією з найбільш радіочутливих систем організму [1]. І хоча картина периферичної крові відображає функціональний стан кровотворних органів, кількісні зміни клітин периферичної крові можуть бути індикатором ступеня ураженості іонізуючим випромінюванням організму в цілому. На сьогодні достатньо глибоко досліджена реакція кровотворної системи експериментальних тварин на дію як зовнішнього, так і внутрішнього опромінення ¹³¹Cs та ⁹⁰Sr за одноразового чи тривалого їхнього надходження [2 - 5]. Що стосується результатів внутрішнього надходження до організму радіонуклідів йоду,

то в основному дослідження стосуються вивчення впливу на орган-мішень – щитоподібну залозу [6, 7].

Стосовно наслідків дії на кров радіоізотопів йоду даних украї недостатньо. У доступній нам літературі знайдені лише поодинокі роботи з вивчення на лабораторних тваринах реакції кровотворної системи на введення радіонукліда ¹³¹I [8 - 10], до того ж дослідження здебільшого проводились за тривалого надходження радіоїоду.

У зв'язку з цим доцільним є вивчення показників периферичної крові в експериментальних тварин після надходження до їхнього організму радіонукліда ¹³¹I для розширення знань по дослідженню наслідків його впливу.

Мета роботи – дослідження кількісних змін клітинного складу периферичної крові експериментальних щурів за одноразового перорального надходження різних активностей ¹³¹I.

Матеріали і методи

Дослідження виконано на лабораторних щурах лінії Вістар віком 3 - 3,5 міс з вихідною масою 190 - 210 г. Тварин утримували на стандартному раціоні. Радіонуклід ¹³¹I у вигляді розчину натрію йодиду (Na¹³¹I) (POLATOM, Польща) вводили перорально за допомогою металевого зонда. Уведені активності становили 3,3, 19,16, 113,8 і 327 кБк на тварину. Дослідження периферичної крові піддослідних щурів проводили за одну добу до введення їм радіоїоду (вихідні дані) і через 1, 3, 7, 14 та 30 діб після введення препарату (по 6 тварин на експериментальну точку). Паралельно досліджували контрольну

© Т. В. Циганок, Н. К. Родіонова, І. П. Дрозд,
Л. В. Тарасенко, В. І. Федорченко, 2015

групу інтактних щурів (5 тварин), які не отримували препарат. Визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів і лейкоцитарну формулу. Кров брали із хвостової вени шляхом відрізання кінчика хвоста. Кількість формених елементів (лейкоцитів, еритроцитів) визначали пробірковим методом [11]. Підрахунок проводили в камері Горяєва. При підрахунку лейкоцитарної формули аналізували по 200 клітин на точку.

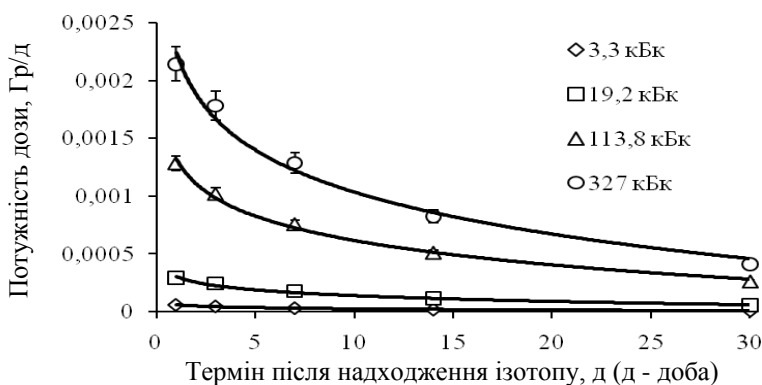
Результати та обговорення

Аналіз вихідних даних периферичної крові підслідних тварин показав, що кількість формених елементів та лейкоцитарна формула у них

знаходяться в межах вікової норми здорових лабораторних щурів [12, 13].

Розрахунки активності радіоїоду, що вводилась тваринам, проведені таким чином, щоб дози опромінення кісткового мозку між окремими групами відрізнялись у декілька разів.

Для всіх уведених активностей динаміка потужності дози в часі після введення радіоїоду описувалася логарифмічною залежністю (рисунок). Доза опромінення кісткового мозку у тварин усіх груп знаходилась у межах діапазону малих доз. Навіть при найбільшій уведеній активності (327 кБк на тварину) поглинена доза на кістковий мозок за 30 діб становила близько 0,012 Гр (табл. 1).



Динаміка потужності дози опромінення кісткового мозку щурів залежно від уведеної активності.

Таблиця 1. Дози опромінення кісткового мозку щурів, Гр

Уведена активність, кБк	Після введення активності, д				
	1	3	7	14	30
3,3	0,000062	0,000144	0,000225	0,000271	0,000283
19,2	0,000292	0,000732	0,001235	0,001578	0,001666
113,8	0,001285	0,003057	0,005295	0,007125	0,007797
327	0,002145	0,005351	0,009021	0,011555	0,012277

Таблиця 2. Кількість еритроцитів у периферичній крові лабораторних щурів за одноразового перорального надходженні натрію йодиду ¹³¹I (10¹²/л, М ± σ, діапазон)

Активність, кБк/тварину	Вихідні дані	Термін спостереження, д				
		1	3	7	14	30
3,3	9,66 ± 0,71	10,09 ± 0,52	8,87 ± 1,51	9,30 ± 0,64	9,06 ± 0,78	9,76 ± 0,50
	8,70 - 10,80	9,30 - 11,20	8,00 - 9,80	8,00 - 10,20	7,50 - 10,10	8,90 - 10,50
19,16	9,35 ± 0,78	10,08 ± 1,64	9,88 ± 1,17	9,48 ± 0,88	9,15 ± 0,42	9,27 ± 0,59
	8,40 - 10,60	8,00 - 12,10	8,30 - 11,20	8,30 - 10,80	8,40 - 9,50	8,30 - 10,10
113,8	10,05 ± 1,20	9,88 ± 1,39	8,95 ± 1,13	9,25 ± 0,49	9,47 ± 0,54	8,88 ± 0,81
	8,70 - 11,80	8,40 - 11,80	7,80 - 10,70	8,30 - 9,60	8,60 - 10,10	7,80 - 10,00
327,0	8,12 ± 0,37	8,23 ± 0,53	8,33 ± 0,82	8,78 ± 0,46	8,05 ± 0,95	9,23 ± 0,95
	7,5 - 9,2	7,30 - 9,80	7,50 - 9,50	8,00 - 9,30	6,80 - 9,70	8,80 - 9,80

Кількість еритроцитів після введення кожної активності при всіх термінах дослідження не відрізнялась достовірно від вихідних даних (табл. 2). Спостерігали лише деякі різнонаправлені коливання в межах 10 %. Деяке зниження кількості еритроцитів, імовірно, відображає ефект прямого пошкодження їхніх мембран у момент

контакту з радіонуклідом у периферичній крові. Незначне збільшення числа еритроцитів на рівні тенденції пов'язано з перерозподільними реакціями і виходом клітин із місць їхнього природного депонування. У групі контрольних інтактних щурів вірогідних змін у кількості еритроцитів за 30 д спостереження не виявлено (табл. 3).

Таблиця 3. Лейкоцитарна формула периферичної крові лабораторних щурів за одноразового перорального надходження натрію йодиду ^{31}I ($M \pm \delta$, діапазон)

Уведена активність, кБк/тварину	Термін спостереження, д	Лейкоцитарна формула, %				
		Нейтрофіли паличкоядерні	Нейтрофіли сегментоядерні	Еозинофіли	Моноцити	Лімфоцити
0	Вихідні дані	0,50 ± 0,26 0 - 1,0	20,86 ± 10,05 7,0 - 40,0	1,00 ± 0,92 0 - 3,0	1,29 ± 0,99 0,5 - 3,5	76,43 ± 10,02 58,0 - 91,0
3,3	1	0,29 ± 0,35 0 - 1,0	13,36 ± 3,4 7,0 - 19,0	0,64 ± 0,43 0 - 1,5	0,79 ± 0,97 0 - 2,5	83,36 ± 4,07 78,5 - 92,0
	3	0,29 ± 0,43 0 - 1,0	20,29 ± 4,54 14,5 - 26,0	1,14 ± 1,21 0 - 4,0	0,50 ± 0,52 0 - 1,5	77,79 ± 4,99 70,0 - 84,5
	7	0,14 ± 0,21* 0 - 0,5	15,86 ± 3,31 11,5 - 20,0	1,29 ± 0,69 0,5 - 2,5	0,21 ± 0,24* 0 - 0,5	82,36 ± 3,16 78,0 - 87,0
	14	0,93 ± 1,23 0 - 3,5	16,79 ± 7,63 9,0 - 35,0	1,43 ± 1,11 0 - 3,0	0,43 ± 0,83 0 - 2,5	79,71 ± 8,75 59,5 - 91,0
	30	0,50 ± 0,52 0 - 1,5	12,79 ± 2,22 9,0 - 16,0	1,0 ± 0,52 0,5 - 2,0	0,86 ± 0,71 0 - 2,0	84,50 ± 2,37 81,5 - 88,5
0	Вихідні дані	0,83 ± 0,76 0 - 2,0	20,17 ± 6,14 13,5 - 28,0	0,75 ± 0,76 0 - 2,0	0,67 ± 0,76 0 - 2,0	77,58 ± 3,47 70,5 - 83,5
19,16	1	0,40 ± 0,24 0 - 0,5	9,2 ± 2,96* 6,5 - 13,0	0,1 ± 0,24 0 - 0,5	0,5 ± 0,39 0 - 1,0	89,70 ± 3,45* 85,0 - 92,5
	3	0,67 ± 0,93 0 - 2,5	14,17 ± 3,69 8,5 - 18,0	0,83 ± 0,20 0 - 0,5	0,67 ± 0,98 0 - 2,5	84,42 ± 4,04 79,0 - 91,5
	7	0,58 ± 0,81 0 - 2,0	19,0 ± 5,85 11,5 - 29,0	0,75 ± 0,51 0 - 1,5	0,67 ± 0,98 0 - 2,5	80,58 ± 3,67 77,5 - 87,0
	14	0,42 ± 0,49 0 - 1,0	16,67 ± 7,00 7,0 - 24,5	0,75 ± 0,76 0 - 2,0	0,33 ± 0,42 0 - 1,0	81,67 ± 6,51 74,0 - 91,0
	30	0,33 ± 0,42 0 - 1,0	13,5 ± 6,04 7,5 - 23,5	0,5 ± 0,44 0 - 1,0	0,83 ± 0,76 0 - 2,0	84,67 ± 6,90 73,0 - 91,5
0	Вихідні дані	0,30 ± 0,49 0 - 1,0	33,9 ± 11,82 21,0 - 51,0	1,3 ± 0,83 0,5 - 2,0	1,0 ± 0,86 0 - 2,0	63,50 ± 11,43 47,0 - 76,0
113,8	1	0,42 ± 0,49 0 - 1,0	14,5 ± 5,31* 10,0 - 25,0	0,83 ± 0,81 0 - 2,0	0,83 ± 0,69 0 - 2,0	81,5 ± 7,17* 72,0 - 86,5
	3	0,33 ± 0,27 0 - 0,5	22,5 ± 8,37 12,5 - 36,5	0,92 ± 0,49 0 - 1,5	1,0 ± 0,95 0 - 2,0	75,42 ± 8,34 61,5 - 85,0
	7	0,58 ± 0,49 0 - 1,0	23,67 ± 7,93 16,0 - 34,0	1,25 ± 1,03 0 - 2,5	1,17 ± 1,13 0 - 3,0	73,33 ± 6,95 65,0 - 80,5
	14	0,80 ± 0,20 0 - 0,5	22,58 ± 3,94 16,5 - 27,5	0,83 ± 1,20 0 - 3,0	0,58 ± 0,49 0 - 1,0	75,83 ± 4,45 70,0 - 83,0
	30	0,17 ± 0,27 0 - 0,5	13,83 ± 3,03* 10,0 - 18,0	0,42 ± 0,37 0 - 1,0	0,83 ± 0,51 0 - 1,5	84,67 ± 3,03* 81,0 - 88,5
0	Вихідні дані	0,50 ± 0,42 0 - 1,5	31,06 ± 4,52 18,0 - 37,5	0,39 ± 1,09 0 - 1,0	1,11 ± 0,49 0 - 2,0	66,83 ± 4,83 61,0 - 80,5
327	1	0,45 ± 0,36 0 - 1,5	23,10 ± 4,03* 15,0 - 36,0	0,90 ± 1,65* 0 - 2,0	1,95 ± 0,89 0 - 4,0	73,60 ± 3,94 61,5 - 81,0
	3	0,67 ± 0,42 0 - 1,0	33,0 ± 9,71 19,0 - 48,0	0,92 ± 0,78* 0,5 - 1,5	1,17 ± 0,51 0,5 - 2,0	64,00 ± 9,91 48,5 - 77,5
	7	0,33 ± 0,42 0 - 1,0	26,33 ± 4,87 19,5 - 33,5	1,25 ± 0,62* 0,5 - 2,0	1,58 ± 0,86 0,5 - 3,0	70,42 ± 5,19 62,5 - 78,0
	14	0,88 ± 0,43 0 - 2,0	37,25 ± 15,45 25,0 - 52,0	0,75 ± 0,50 0 - 1,0	1,5 ± 0,81 1,0 - 2,0	59,63 ± 16,81 43,0 - 72,0
	30	0,33 ± 0,17 0 - 0,5	35,00 ± 11,14 28,5 - 40,5	3,50 ± 2,77* 2,5 - 4,0	1,67 ± 1,27 1,0 - 2,5	59,50 ± 10,60 55,0 - 66,0

* Вірогідна відмінність із вихідними даними, $p < 0,05$.

Таблиця 4. Кількість лейкоцитів та абсолютна кількість окремих форм лейкоцитів у периферичній крові лабораторних щурів за одноразового перорального надходження натрію йодиду ^{31}I ($10^9/\text{л}$, $M \pm \delta$, діапазон)

Активність, кБк/тварину	Термін спостереження, д	Кількість лейкоцитів	Нейтрофіли сегментоядерні	Еозинофіли	Лімфоцити
0	Вихідні дані	$7,17 \pm 0,90$ 5,8 - 8,6	$1,43 \pm 0,61$ 0,6 - 2,6	$0,07 \pm 0,03$ 0 - 0,24	$5,42 \pm 1,49$ 3,77 - 7,83
3,3	1	$8,76 \pm 2,96$ 5,0 - 15,5	$1,17 \pm 0,50$ 0,46 - 1,94	$0,06 \pm 0,02$ 0 - 0,13	$7,39 \pm 2,98$ 4,10 - 13,16
	3	$9,79 \pm 1,05^*$ 5,5 - 13,8	$1,91 \pm 0,43$ 1,40 - 2,62	$0,14 \pm 0,06$ 0 - 0,45	$* 8,02 \pm 2,44$ 4,02 - 10,76
	7	$10,3 \pm 1,42^*$ 7,5 - 12,9	$1,62 \pm 0,35$ 1,16 - 2,07	$0,11 \pm 0,04$ 0 - 0,32	$8,59 \pm 1,54^*$ 6,15 - 11,09
	14	$8,37 \pm 2,93$ 5,7 - 15,0	$1,31 \pm 0,43$ 0,51 - 2,03	$0,14 \pm 0,04$ 0,05 - 0,32	$6,82 \pm 3,07$ 3,45 - 12,38
	30	$8,49 \pm 4,92$ 4,2 - 11,3	$1,09 \pm 0,35$ 0,5 - 1,81	$0,08 \pm 0,01$ 0,04 - 0,12	$6,97 \pm 2,03$ 3,49 - 9,21
0	Вихідні дані	$7,07 \pm 1,03$ 5,7 - 8,8	$1,40 \pm 0,39$ 1,00 - 1,88	$0,06 \pm 0,03$ 0 - 0,18	$5,50 \pm 1,05$ 4,65 - 7,35
19,16	1	$8,1 \pm 2,81$ 5,0 - 12,0	$0,77 \pm 0,24^*$ 0,38 - 0,94	$0,008 \pm 0,008$ 0 - 0,04	$7,80 \pm 2,91$ 4,55 - 11,1
	3	$10,28 \pm 2,32^*$ 7,0 - 13,7	$1,44 \pm 0,44$ 0,78 - 1,91	$0,008 \pm 0,008$ 0 - 0,05	$8,71 \pm 2,15^*$ 5,53 - 11,99
	7	$9,72 \pm 1,37^*$ 7,5 - 11,5	$1,86 \pm 0,66$ 1,02 - 2,96	$0,07 \pm 0,02$ 0 - 0,17	$7,83 \pm 1,15^*$ 5,88 - 9,55
	14	$10,97 \pm 1,64^*$ 9,0 - 13,0	$1,78 \pm 0,73$ 0,89 - 2,60	$0,09 \pm 0,04$ 0 - 0,22	$9,0 \pm 1,81^*$ 7,34 - 11,56
	30	$11,17 \pm 2,30^*$ 8,5 - 15,0	$1,50 \pm 0,69$ 0,72 - 2,63	$0,05 \pm 0,02$ 0 - 0,11	$9,48 \pm 2,25^*$ 7,41 - 13,35
0	Вихідні дані	$6,28 \pm 0,93$ 5,5 - 8,1	$2,15 \pm 0,76$ 1,28 - 3,06	$0,09 \pm 0,03$ 0,03 - 0,16	$4,06 \pm 1,05$ 2,82 - 5,35
113,8	1	$7,50 \pm 2,20$ 5,0 - 10,6	$1,14 \pm 0,76^*$ 0,68 - 2,65	$0,06 \pm 0,03$ 0 - 0,18	$6,09 \pm 1,71$ 3,63 - 7,87
	3	$8,48 \pm 2,32^*$ 6,9 - 13,1	$1,84 \pm 0,64$ 1,14 - 2,99	$0,08 \pm 0,02$ 0 - 0,13	$6,46 \pm 2,20$ 5,04 - 11,3
	7	$9,37 \pm 1,96^*$ 6,8 - 11,1	$2,12 \pm 0,54$ 1,65 - 3,08	$0,11 \pm 0,03$ 0 - 0,22	$6,95 \pm 1,91^*$ 4,55 - 8,88
	14	$8,12 \pm 0,98^*$ 6,7 - 9,3	$1,83 \pm 0,39$ 1,40 - 2,48	$0,08 \pm 0,05$ 0 - 0,28	$6,17 \pm 0,93^*$ 4,69 - 7,12
	30	$8,2 \pm 1,35^*$ 6,0 - 10,0	$1,12 \pm 0,22^*$ 0,77 - 1,46	$0,04 \pm 0,01$ 0 - 0,08	$6,96 \pm 1,25^*$ 4,86 - 8,6
0	Вихідні дані	$7,13 \pm 1,63$ 5,5 - 13,5	$2,43 \pm 0,58$ 1,42 - 3,92	$0,03 \pm 0,01$ 0 - 0,08	$5,34 \pm 1,40$ 3,42 - 9,45
327,0	1	$10,67 \pm 2,12^*$ 5,1 - 15,5	$2,51 \pm 0,80$ 1,12 - 5,06	$0,10 \pm 0,02^*$ 0 - 0,21	$7,80 \pm 1,49^*$ 3,83 - 11,32
	3	$11,30 \pm 2,89^*$ 7,6 - 14,0	$3,47 \pm 1,57$ 2,0 - 5,32	$0,09 \pm 0,02^*$ 0 - 0,14	$7,52 \pm 1,69^*$ 5,17 - 9,04
	7	$12,60 \pm 3,18^*$ 8,6 - 15,8	$3,24 \pm 0,88$ 2,06 - 4,29	$0,17 \pm 0,05^*$ 0,06 - 0,30	$8,95 \pm 2,77^*$ 6,15 - 12,32
	14	$11,32 \pm 2,18^*$ 9,4 - 15,5	$4,31 \pm 1,37^*$ 3,60 - 5,98	$0,09 \pm 0,05$ 0 - 0,16	$7,19 \pm 3,35$ 4,95 - 11,16
	30	$12,73 \pm 3,56^*$ 10,5 - 14,0	$4,53 \pm 2,55$ 2,99 - 5,67	$0,44 \pm 0,06^*$ 0,35 - 0,55	$7,50 \pm 0,92^*$ 6,93 - 7,88

* Вірогідна відмінність з вихідними даними, $p < 0,05$.

Зміни вмісту лейкоцитів були більш значущими (табл. 4) і характеризувались збільшенням їхньої кількості у тварин усіх груп. Після введення найбільшої активності радіонукліда (327 кБк на тварину) достовірно збільшення лейкоцитів спостерігали, починаючи вже з першої доби. При введенні менших активностей (3,3, 19,2, і 113,8 кБк) кількість лейкоцитів достовірно збільшувалась, починаючи з третьої доби. При активності 3,3 кБк на тварину кількість лейкоцитів нормалізувалася, починаючи з 14-ї доби, а при більших активностях достовірно перевищувала вихідні величини до кінця терміну спостереження.

Ступінь лейкоцитозу був пропорційний уведеній активності. При співставленні наведених результатів із формуванням поглиненої дози на кістковий мозок (див. табл. 1) можна відзначити, що збільшення кількості лейкоцитів у крові корелює із швидкістю накопичення дози (градієнтом зміни потужності дози). З 14-ї доби приріст дози відбувається значно повільніше і ми в різних групах тварин спостерігали тенденцію до відновлення кількості лейкоцитів чи відсутність прогресування змін (див. табл. 4).

У тварин, яким не вводили ^{131}I , кількість лейкоцитів упродовж усього терміну спостереження вірогідно не змінювалася (табл. 5).

Таблиця 5. Кількість формених елементів у периферичній крові контрольної групи лабораторних щурів ($M \pm \delta$, діапазон)

Показник	Термін спостереження, д				
	1	3	7	14	30
Еритроцити, $10^{12}/\text{л}$	$9,52 \pm 0,81$ 8,4 - 10,4	$9,65 \pm 0,64$ 8,9 - 10,5	$9,73 \pm 0,93$ 9,0 - 11,5	$9,41 \pm 0,73$ 8,5 - 10,4	$9,5 \pm 1,27$ 8,0 - 11,6
Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	$9,1 \pm 2,03$ 5,7 - 12,0	$9,03 \pm 2,08$ 7,1 - 12,0	$8,57 \pm 1,42$ 5,5 - 10,7	$9,12 \pm 1,30$ 6,9 - 10,7	$8,75 \pm 1,66$ 6,9 - 11,2

Крім загальної кількості лейкоцитів у периферичній крові нами також досліджено зміни окремих лейкоцитарних фракцій. Підрахунок лейкограм показав, що за умов даного експерименту не відбувалося значних коливань співвідношення між різними формами лейкоцитів. У лейкограмах превалювали лімфоцити 60 - 85 %, що є типовим для щурів та інших видів гризунів [12, 13]. Вміст нейтрофільних гранулоцитів був збільшеним тільки в групі тварин, яким було введено 327 кБк ^{131}I при деяких термінах спостереження. Проте за відносними показниками достовірність цього зростання не була встановлена. Кількість моноцитів та еозинофілів знаходилась у межах норми й тільки при введеній найбільшій активності (327 кБк) достовірно підвищувався вміст еозинофілів (див. табл. 3). Водночас саме еозинофіли відображають рівень аутоімунних пошкоджень в організмі і реагують на порушення окисного метаболізму.

Лейкоцитарна формула, оскільки вона розраховується на 100 клітин, дає лише відносне уявлення про розподіл у крові різних видів лейкоцитів. Більш інформативним є показник абсолютної кількості окремих форм лейкоцитів. По кількості сегментоядерних нейтрофілів у тварин експериментальних груп суттєво відрізняється від інших група з уведеною активністю 327 кБк (див. табл. 4). Тільки у тварин цієї групи спостерігається збільшення кількості нейтрофілів від першої доби до останнього терміну спостереження – 30 д (достовірність зростання порівняно з вихід-

ними даними встановлена не при всіх термінах дослідження). У тварин інших груп на початку спостереження спостерігали лабільність цього показника з тенденцією до зниження вмісту нейтрофілів через одну добу, але вже на третю добу цей показник у них повернувся до вихідного рівня. Аналогічну реакцію спостерігали при аналізі абсолютної кількості еозинофілів. Стійкий еозинофіліоз фіксували лише в групі тварин з уведеною активністю 327 кБк. Оскільки ці обидва паростки гранулоцитарного ряду кровотворної системи (нейтрофіли та еозинофіли) диференціюються, проліферують та дозрівають у кістковому мозку, то можна опосередковано стверджувати, що за введення ізотопу зазначеної активності відбуваються зміни саме в кістковому мозку.

Іншу картину спостерігали за аналізу абсолютного вмісту лімфоцитів у периферичній крові (див. табл. 4). У даному випадку за внутрішнього опромінення радіонуклідами ^{131}I незалежно від уведеної активності спостерігали збільшення кількості лімфоцитів упродовж усього експерименту. Саме лімфоцитоз й обумовив підвищений рівень лейкоцитів у тварин експериментальних груп. Прямої залежності кількості лімфоцитів від накопиченої в кістковому мозку дози опромінення ні в один із термінів спостереження не виявили. Однак враховуючи особливості розвитку лімфоцитарного паростка кровотворення та розповсюдженості лімфоїдної тканини в організмі ссавців (тимус, селезінка, лімфатичні вузли, лімфоїдні бляшки в кишковикі, легенях тощо), слід

зауважити, що деякі з цих органів і тканин, зокрема тимус, який безпосередньо прилягає до щитоподібної залози, в якій концентрується основна активність йоду, зазнає приблизно на 2 порядки величини більшого опромінення, ніж інші органи й тканини, що й може спричинити лімфоцитоз. Тривале збільшення вмісту лімфоцитів є несприятливою прогностичною ознакою і свідчить про напруженість роботи імунної системи.

Зафіксовані нами зміни кількості формених елементів крові експериментальних щурів за умов надходження до їхнього організму різних активностей ^{131}I не суперечать ефектам, виявленим іншими дослідниками на початкових термінах радіаційного впливу різних радіонуклідів [14, 15]. Механізм виявленого нами збільшення кількості лейкоцитів, імовірно, досить складний. Є підстави віднести цю реакцію до числа загальних неспецифічних адаптивних реакцій організму. Дослідження ефектів різних радіонуклідів свідчить про те, що в ранні строки впливу на кровотворну систему іонізуюча радіація діє як подразник. Це підтвердили результати біохімічних досліджень, проведених паралельно з гематологічними [16], за умов впливу радіації, результати яких свідчать про посилення роботи

нейроендокринної системи. Можливо виявлений нами в експериментальних щурів лейкоцитоз був наслідком гормональних порушень, викликаних радіаційним ураженням щитоподібної залози, що призводить до системних метаболічних змін в організмі.

Висновки

У результаті дослідження динаміки клітинного складу периферичної крові у щурів за одноразового надходження ^{131}I з активністю 3,3, 19,2, 113,8 і 327 кБк і формуванні за 30 д поглинених доз на кістковий мозок від 0,00028 до 0,0123 Гр виявлено реактивні зміни в системі крові з тривалим збільшенням вмісту лімфоцитів. Залежності ефекту від дози не встановлено.

За надходження відносно великої активності ^{131}I (327 кБк на тварину) відзначено збільшення вмісту сегментоядерних нейтрофілів, що є проявом подразнення кісткового мозку.

Отримані дані вказують на те, що для реакції кісткового мозку на дію радіоактивного йоду за його одноразового надходження до організму тварин можливо існує деякий поріг доз, але для лімфоїдної тканини в діапазоні малих доз опромінення порога не існує.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бебешко В.Г., Дягіль І.С., Кліменко С.В. та ін. Гематологічні ефекти в ранньому та віддаленому періодах після аварії на Чорнобильській АЕС // Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / За ред. О. Ф. Возіянова, В. Г. Бебешко, Д. А. Базики. - К.: ДІА, 2007. - С. 327 - 355.
2. Серкіз Я.І., Липська А.І., Дрозд І.П., Родіонова Н.К. Радіобіологічні ефекти у свавців : погляд через 20 років після аварії на ЧАЕС // Вісн. НАН України. - 2006. - № 4. - С. 14 - 27.
3. Муксинова К.Н., Мурзина Л.Д., Воронин В.С., Суходоев В.В. Изменение содержания клеток в лимфоидной ткани при хроническом действии окиси трития и внешнего γ -излучения ^{137}Cs // Радиобиология. - 1981. - Вып. 5. - С.737 - 743.
4. Борбуляк І.З., Родіонова Н.К., Білько Н.М. Комплексна оцінка стану гемопоетичної системи лабораторних тварин в умовах внутрішнього опромінення стронцієм-90 // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. - 2012. - Вип. 17. - С. 359 - 363.
5. Родіонова Н.К., Атаманюк Н.П., Дерев'янюк Л.П. та ін. Гематологічні ефекти в умовах поєднаної дії зовнішнього і внутрішнього опромінення експериментальних тварин // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. - 2012. - Вип. 17. - С. 401 - 411.
6. Лягинська А.М., Оситов В.А. Короткоживущі ізотопи йода (131-135) в умовах радіаційної аварії: особливості формування і розподілення поглинутих доз в щитовидній залозі, біологічні ефекти // Мед. радиология и радиационная безопасность. - 2005. - Т. 50, № 2. - С. 18 - 26.
7. Классовский Ю.А., Василенко И.Я., Терехов М.Ф. Методы и результаты оценки эквивалентной дозы облучения щитовидной железы экспериментальных животных и человека различными изотопами йода и их смесями // Радиобиологический эксперимент и человек / Под ред. Ю. И. Москалева. - М.: Медицина, 1970. - С. 134 - 143.
8. Королев Г.К., Жукова И.В. К вопросу о биологическом действии ^{131}I // Радиобиологический эксперимент и человек / Под ред. Ю. И. Москалева. - М.: Атомиздат, 1970. - С. 174 - 185.
9. Сова О.А., Дрозд І.П. Дозоутворення та гематологічні ефекти за тривалого внутрішнього опромінення щурів ізотопом ^{131}I // Ядерна фізика та енергетика. - 2014. - Т. 15, № 4. - С. 359 - 369.
10. Андреева Л.П., Голощатов П.В. Количественные и качественные изменения кроветворной системы животных при комбинированном действии нуклидов различной тропности // Радиозкология животных. - М.: Наука, 1977. - 221 с.
11. Монастирська О.С. Клінічні лабораторні дослідження. - Вінниця: Нова книга, 2007. - С. 14 - 35.
12. Запорожан В.М., Напханюк В.К., Горянова Н.О. та ін. Морфологія клітин крові лабораторних тварин і людини: атлас. - Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2002. - 118 с.
13. Западнюк Н.П., Западнюк В.И., Захария Е.А., Западнюк Б.В. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте. - К.: Вища школа, 1983. - 383 с.
14. Запольская Н.А., Федорова А.В., Лаврентьев Л.Н. и др. Биологическое действие радионуклидов. - М.: Атомиздат, 1976. - 254 с.

15. Яковлева Н.Г. Влияние инкорпорированных радионуклидов и внешнего облучения на периферическую кровь // Радиационная гигиена. - Л.: ЛенНИИРГ, 1980. - 97 с.
16. Федорова А.В., Яковлева Н.Г., Нечев Хр. Влияние отдельных радионуклидов на гематологические и биохимические показатели крови // Рентгенология и радиология (София). - 1975. - Т. 14, № 2. - С. 12.

Т. В. Цыганок¹, Н. К. Родионова², І. П. Дрозд¹, Л. В. Тарасенко¹, В. І. Федорченко¹

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

² Інститут експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р. Е. Кавецького НАН України, Київ

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КРЫС РАСТВОРА НАТРИЯ ЙОДИДА (Na¹³¹I)

Проведено дослідження гематологічних показателів (кількість еритроцитів, лейкоцитів і лейкоцитарна формула) периферическої крові лабораторних крыс лінії Вистар після введення їм однократно перорально радіонукліда ¹³¹I в формі розчину натрію йодиду (Na¹³¹I) з активностями 3,3, 19,16, 113,8 і 327,0 кБк на тваринне. Кількість еритроцитів в кров'яному руслі в течение всього строку спостереження достовірно не змінювалось. Кількість лейкоцитів підвищалося. Збільшення активності введенного радіоіода викликало суттєво більшу ступінь достовірного підвищення кількості лейкоцитів в течение всього експерименту за рахунок збільшення абсолютного кількості лімфоцитів.

Ключевые слова: лабораторні крысы, ¹³¹I, периферическа кров, лейкоцити, лейкограма.

T. V. Tsyganok¹, N. K. Rodionova², I. P. Drozd¹, L. V. Tarasenko¹, V. I. Fedorchenko¹

¹ Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

² R. Kavetsky Institute for Experimental Pathology, Oncology & Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

HEMATOLOGICAL PARAMETERS FOR A SINGLE ORAL INTAKE OF SODIUM IODIDE (Na¹³¹I) TO THE BODY OF EXPERIMENTAL RATS

Study of hematological parameters (number of erythrocytes, leukocytes and leukogram) peripheral blood laboratory Wistar rats after administration of single oral radionuclide ¹³¹I in a solution of sodium iodide (Na¹³¹I) with activities of 3.3, 19.16, 113.8 and 327.0 kBq per animal was performed. Number of red blood cells in the bloodstream throughout the observation period was not significantly changed. White blood cell count increased. The increase of activity injected by radioiodine caused reliably greater degree of significant increase in the number of leukocytes throughout the experiment due to increase of the absolute number of lymphocytes.

Keywords: laboratory rats, ¹³¹I, peripheral blood, leukocytes, leukogram.

REFERENCES

1. *Bebeshko V.G., Dyagil' I.S., Klimenko S.V. et al. // Medical consequences of the accident on the Chernobyl nuclear / Ed. by O. F. Voznyanov, V. G. Bebesko, D. A. Bazyka. - K.: DIA, 2007. - P. 327 - 355. (Ukr)*
2. *Serkiz Ya.I., Lyps'ka A.I., Drozd I.P., Rodionova N.K. // Visn. NAN Ukrayiny. - 2006. - No. 4. - P. 14 - 27. (Ukr)*
3. *Muksinova K.N., Murzina L.D., Voronin V.S., Sukhodoev V.V. // Radiobiologiya. - 1981. - Iss. 5. - P. 737 - 743. (Rus)*
4. *Borbulyak I.Z., Rodionova N.K., Bil'ko N.M. // Problemy radiatsiinoyi medytsyny ta radiobiologiyi. - 2012. - Iss. 17. -P. 359 - 363. (Ukr)*
5. *Rodionova N.K., Atamanyuk N.P., Derev'yanko L.P. et al. // Problemy radiatsiinoyi medytsyny ta radiobiologiyi. - 2012. - Iss. 17. - P. 401 - 411. (Ukr)*
6. *Lyaginskaya A.M., Osipov V.A. // Med. radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'. - 2005. - Vol. 50, No. 2. - P. 18 - 26. (Rus)*
7. *Klassovskij Yu.A., Vasilenko I.Ya., Terekhov M.F. // Radiobiology experiment and man / Ed. by Yu. I. Moskalev. - Moskva: Meditsina, 1970. - P. 134 - 143. (Rus)*
8. *Korolev G.K., Zhukova I.V. // Radiobiology experiment and man / Ed. by Yu. I. Moskalev. - Moskva: Atomizdat, 1970. - C. 174 - 185. (Rus)*
9. *Sova O.A., Drozd I.P. // Nucl. Phys. At. Energy. - 2014. - Vol. 15, No. 4. - P. 359 - 369. (Ukr)*
10. *Andreeva L.P., Goloshchapov P.V. // Radioecology of animals. - Moskva: Nauka, 1977. - 221 p. (Rus)*
11. *Monastyr'ska O.S. Clinical laboratory tests. - Vinnytsya: Nova knyga, 2007. - P. 14 - 35. (Ukr)*
12. *Zaporozhan V.M., Napkhanyuk V.K., Goryanova N.O. et al. The morphology of blood cells of laboratory animals and humans: atlas. - Odessa: Odessa State Medical University, 2002. - 118 p. (Ukr)*
13. *Zapadnyuk N.P., Zapadnyuk V.I., Zakhariya E.A., Zapadnyuk B.V. Laboratory animals. Breeding, maintenance, use in the experiment. - Kyiv: Vishcha shkola, 1983. - 383 p. (Rus)*
14. *Zapol'skaya N.A., Fedorova A.V., Lavrent'ev L.N. et al. Biological effects of radionuclides. - Moskva: Atomizdat, 1976. - 254 p. (Rus)*
15. *Yakovleva N.G. // Radiation Hygiene. - Leningrad: LenNIIRG, 1980. - 97 p. (Rus)*
16. *Fedorova A.V., Yakovleva N.G., Nechev Khr. // Rentgenologiya i radiologiya (Sofiya). - 1975. - Vol. 14, No. 2. - P. 12. (Rus)*

Надійшла 15.05.2015
Received 15.05.2015