

УДК 619:636.028: 575.826

ДИНАМІКА ТА ДОЗОВІ ЗАЛЕЖНОСТІ ВМІСТУ ЛІПОПРОТЕЇНІВ КРОВІ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН

Ватанха М., Чоботько Г.

Динаміка та дозові залежності вмісту ліпопротеїнів крові за різних режимів опромінення тварин. — М. Ватанха, Г. Чоботько. — Досліджено дозові залежності вмісту ліпопротеїнів різної щільності у крові статевозрілих щурів-самців лінії Wistar що опромінені γ -квантами ^{60}Co одноразово за дози 0,1; 0,5; 1,0; 3,0 і 6,0 Гр при потужності випромінювання $p = 10,0 \text{ cGr}\cdot\text{хв}^{-1}$, фракціонованого за дози 0,5; 1,0 Гр при $p=0,2 \text{ cGr}\cdot\text{хв}^{-1}$ та тривалого при $p = 4 \cdot 10^{-3} \text{ cGr}\cdot\text{хв}^{-1}$. Приріст величини радіогенних змін, на одиницю поглинутої дози радіації, для ЛДНЦ має слабо виражену S-подібну форму, для ЛНЦ та ЛВЦ характерною є експоненційна залежність. Основні радіогенні ефекти змін вмісту ЛДНЦ реалізуються в області 1,0 – 3,0 Гр, ЛНЦ та ЛВЦ реалізуються при дозах опромінення 0,1 – 0,5 Гр.

Ключові слова: дози радіації, ліпопротеїни крові, радіогенні ефекти.

Адреса: ДУ "Науковий центр радіаційної медицини АМН України", Україна, 04050, м. Київ, вул. Мельникова, 53;
e-mail: chobotko@ukr.net

The dynamic and the dose dependences of lipoproteins maintenance in blood in different regimes of animals irradiation. — Manouchehr Vatankhah, G. Chobotko — It is probed dose dependences of lipoproteins content of different density in blood of rats-males of line Wistar, which were irradiated with γ -quants of ^{60}Co singly in a dose of 0,1; 0,5; 1,0; 3,0 and 6,0 Gr at power of radiation of $p = 10,0 \text{ sGr}\cdot\text{min}^{-1}$, fractionating in a dose of 0,5; 1,0 Gr at $p=0,2 \text{ sGr}\cdot\text{min}^{-1}$ and protracted at $p = 4 \cdot 10^{-3} \text{ sGr}\cdot\text{min}^{-1}$. Increase of radiogenic changes value per unit of absorbed dose of radiation, for very low density lipoproteins (VLDL) has the poorly expressed S-similar form, for low density (LDL) and high density (HDL) lipoproteins the exponential dependence is typical. The basic radiogenic effects of changes of VLDL maintenance realize in interval of 1,0 – 3,0 Gr, LDL and HDL realize at the irradiation doses of 0,1 – 0,5 Gr.

Key words: dose of radiation, lipoproteins in blood, radiogenic effects.

Address: Academy of Medical Sciences of Ukraine SI "Research Centre for Radiation Medicine", Melnikova 53, Kiev, 04050, Ukraine; e-mail: chobotko@ukr.net

Вступ

За сучасними уявленнями ліпопротеїни (ЛП) – це високомолекулярні водорозчинні сполуки, що утворені з білків та ліпідів і об'єднані поміж собою нековалентними зв'язками. Фізіологічна роль ЛП крові полягає в тому, що вони є транспортною формою ліпідів в організмі людини і тварин (як екзогенного так і ендogenous походження) до місця утилізації або депонування. Разом з тим окремі ЛП здійснюють функцію зворотного транспорту надлишків ліпідів із клітин периферійних тканин до печінки для окиснення в жовчні кислоти [1]. У зв'язку з тим, що порушення вмісту ЛП у крові, їх біологічних властивостей та змін фізико-хімічної структури – є метаболічною основою патологій [2, 3]. Ці напрямки досліджень визначають актуальність і зацікавленість до вивчення дисліпопротеїнемій за умов впливу іонізуючого випромінювання [4–6]. Іонізуюча радіація може підсилювати ці порушення за рахунок впливу загальних патогенетичних механізмів: активації оксигеназного шляху використання кисню та підвищеної генерації вільних радикалів, активації перекисного окиснення ліпідів, порушення функції клітинних мембран тощо [7]. Це

обумовлює важливість дослідження взаємозв'язку розвитку променевих і патогенних уражень організму, механізмів їх взаємного впливу на вираженість і частоту віддалених наслідків опромінення [8]. Особливу актуальність зазначена проблема набуває з точки зору даних щодо опромінення значних груп населення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС в широкому діапазоні доз [9].

Матеріали та методи

Робота виконана на статевозрілих щурів-самців лінії Wistar масою тіла 130 – 150 г. Тварин опромінювали зовнішньо тотально γ -квантами ^{60}Co на установці У-80000 у двох режимах одноразового та фракціонованого. Одноразове опромінення виконано в дозах 0,1; 0,5; 1,0; 3,0 і 6,0 Гр при потужності дози $10,0 \text{ cGr}\cdot\text{хв}^{-1}$. Величина експозиції дорівнювала відповідно 1, 5, 10, 30 і 60 хв. Номера груп тварин відповідно до отриманих доз були № 2 (0,1 Гр), № 3 (0,5 Гр), № 4 (1,0 Гр), № 5 (3,0 Гр) і № 6 (6,0 Гр). Групою № 1 була біологічна норма – інтактні тварини. Термінами спостережень були 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 12; 24 та 720 год. після опромінення. Фракціоноване опромінення виконано при потужності випромінювання $0,2 \text{ cGr}\cdot\text{хв}^{-1}$ у дозах 0,5

Гр – 7-ма група тварин (5 фракцій по 10 сГр у кожній із черговістю один раз у 2 дні, величина експозиції складала 50 хв для кожної фракції) та 1,0 Гр – 8-ма група тварин (10 фракцій по 10 сГр у кожній із черговістю один раз у 2 дні, величина експозиції була такою ж як і для дози 0,5 Гр). Термінами спостережень були 12; 18; 24 та 720 год. після опромінення. Тривале опромінення тварин виконано у двох дозах 0,5 та 1,0 Гр при потужності випромінювань 0,004 сГр·хв⁻¹ (відповідно 9-та та 10-та групи тварин). Величина експозиції тварин під променем для двох доз була відповідно 8.68 та 13.76 діб. Термінами спостережень були також 12, 18, 24 та 720 год. після закінчення опромінення. Нерівномірність гамма-поля при всіх видах опромінення в місці розміщення тварин не перевищувала 5%.

ЛПП отримували за методом ультрацентрифугування у сольовому розчині за певної густини [10]. Вміст ЛПП вимірювали на автоаналізаторі АА-П Technicon в ізопропанових екстрактах класів ЛПП за методам Абея [11]. Контроль за якістю отримання класів ЛПП здійснювали за допомогою дискового електрофореза в трьохшаровому поліакриламідному гелі [12], денситометрію виконували на денситометрі Сатаг при довжині хвилі 560 нм.

Математичну обробку даних виконували на комп'ютері за допомогою стандартних прикладних математичних програм. Достовірність різниці експериментальних даних оцінювали за загальноприйнятими критеріями Стьюдента.

Результати та обговорення

Згідно сучасних уявлень іонізуюче випромінювання незалежно від своєї природи викликає зміни в організмі різного рівня організованості. Серед них основними є пошкодження біологічно важливих макромолекул – ліпопротеїнів [5]. Результати виконаних досліджень дозволили установити характерні зміни вмісту ЛПП у плазмі крові опромінених тварин в залежності від режиму опромінення. Одноразове тотальне опромінення щурів викликає істотні зміни вмісту ЛПП у плазмі крові тварин. Динаміка вмісту ЛПП дуже низької щільності (ЛДНЩ) (табл. 1) має зростаючий характер для всіх доз опромінення. Типовим є збільшення вмісту ЛДНЩ, що завершується приблизно через одну добу після опромінення. В подальшому в межах термінів спостережень (до 30-ї доби) кількість ЛДНЩ у плазмі крові залишається дозозалежно завищеним та постійним.

Вміст ліпопротеїнів низької щільності (ЛНЩ) має менші радіогенні зміни в плазмі крові. Спостерігається інший характер динаміки їх вмісту в порівнянні з ЛДНЩ (табл. 2). Для доз 0,1 – 1,0 Гр відмічений екстремум зміни показника – максимум на часовій вісі з подальшим зниженням показника до норми. При дозах 3,0 та 6,0 Гр інтенсивне збільшення кількості ЛНЩ у плазмі крові в основному завершується за експоненціальним законом і в подальшому продовжує до 30-ї доби незначним чином збільшуватися.

Таблиця 1. Радіогенні зміни вмісту ліпопротеїнів дуже низької щільності (ЛДНЩ) у плазмі крові щурів після одноразового тотального опромінення їх γ -квантами ⁶⁰Co

Table 1. Radiogenic changes of very low density (VLDL) lipoproteins maintenance in blood plasma of rats after their disposable total irradiation with γ -quanta of ⁶⁰Co

Термін після опромінення, години	Поглинута доза, Гр				
	0,1	0,5	1,0	3,0	6,0
	Вміст ЛДНЩ, мг%				
0,5	48,7±4,9	49,4±4,7	53,1±5,2	67,0±5,9*	78,1±8,4*
1,0	49,2±5,3	50,3±5,1	54,9±5,6	75,8±7,3*	82,5±8,6*
2,0	50,1±5,2	50,9±5,3	57,6±5,9	77,9±7,8*	84,8±8,5*
3,0	51,3±5,4	51,6±5,2	59,5±5,8*	79,4±8,1*	85,9±9,2*
4,0	51,6±5,3	52,2±5,5	60,8±6,3*	80,1±8,0*	86,4±9,7*
6,0	52,5±5,6	53,8±5,4	64,2±6,3*	82,3±8,6*	88,2±9,5*
12,0	53,8±5,5	56,9±5,8	71,1±7,6*	85,5±8,4*	91,5±9,4*
18,0	54,9±5,7	59,3±6,1	76,3±7,4*	87,2±9,1*	94,7±9,9*
24,0	55,3±5,4	61,1±5,9*	81,0±8,5*	88,6±9,9*	95,8±10,1*
720,0	56,0±5,3	62,7±6,4*	83,7±8,6*	91,9±10,0*	102,2±11,3*

Примітка: контроль (норма) = 48,8 ± 4,5 мг%, – різниця з нормою достовірна (p < 0.05)

Вміст ліпопротеїнів високої щільності (ЛВЩ) у плазмі крові має протилежну закономірність (табл. 3). Динаміка радіогенних змін вмісту ЛВЩ у плазмі крові для всіх доз опромінення в перші години після одноразової дії радіації зменшується за експоненціальним законом. Глибина цих змін збільшується із ростом величини дози радіації. Слід визначити, що мінімальне значення показника (максимальне збіль-

шення ефекту) з ростом дози радіації віддаляється у більш віддалені терміни після закінчення експозиції. При цьому спостерігається така закономірність: часові значення мінімумів дорівнюють 6, 12, 18 і 24 години після закінчення опромінення відповідно для доз 0,1; 0,5; 1,0 і 3,0 Гр. При дозі 6,0 Гр мінімуму вмісту ЛВЩ не спостерігається і після однієї доби показник лінійним чином продовжує зменшуватися.

Для величин доз 0,1 – 1,0 Гр характерним є нормалізація показника до 30-ї доби спостережень, а для 3,0 Гр – активна тенденція зміни показника до його значень у інтактних тварин. Динаміка радіогенних змін ліпопротеїнів різної щільності у плазмі крові при фракціонованому та тривалому опроміненні тварин наведена в табл. 4. Фракціоноване опромінення викликає менші зміни усіх фракцій ЛП у порівнянні із одноразовим при одних і тих же величинах доз. При аналогічних радіаційних навантаженнях тривале (постійне) опромінення викликає істотно більші ефекти тих же показників у відповідні динамічні інтервали часу. Таким чином, значення дозових залежностей вмісту ЛП різної щільності у плазмі крові на різних стадіях розвитку ефекту мають виражену динаміку, яка зберігається в усьому інтервалі величин доз на стадії активного розвитку ефекту.

Дозова залежність $V_{\text{ЛДНЦ}}$ у перерахунку на 1 сГр поглинутої дози радіації (рис. 1) є S-подібною. Спостерігається невелика швидкість збільшення вмісту ЛДНЦ при невеликих дозах 0,1 – 0,5 Гр, максимальна в діапазоні 1,0 – 3,0 Гр та тенденція

виходу на плато при дозах більших 3,0 Гр. При різних режимах опромінення (одноразове, фракціоноване, тривале) дозові залежності вмісту ЛДНЦ у плазмі крові через 12 год. та 30-ть діб після завершення дії радіаційного фактору, як правило, мають експоненційний характер більш виражений на стадії сформованості ефекту. Отримані дані свідчать про більшу ефективність тривалого тотального опромінення (опромінення із меншою потужністю дози) у порівнянні із одноразовою дією. Реєструється також певне зниження ефективності фракціонованої дії радіації на організм.

Аналіз дозових залежностей вмісту ЛНЦ у плазмі крові для різних термінів спостережень дозволяє констатувати наступне. На стадії розвитку процесу спостерігається зростаюча залежність від терміну спостережень, яка на ранніх етапах в межах доз 1,0 – 6,0 Гр наближається до лінійної. Кінцевому етапу ефекту притаманна S-подібність форми кривої, яка виявляє низьку чутливість показника до доз радіації 0,1 – 1,0 Гр та зниження її (вихід на плато в області $D > 3,0$ Гр).

Таблиця 2. Радіогенні зміни вмісту ліпопротеїнів низької щільності (ЛНЦ) у плазмі крові щурів після одноразового тотального опромінення їх γ -квантами ^{60}Co

Table 2. Radiogenic changes of low density (LDL) lipoproteines maintenance in blood plasma of rats after their disposable total irradiation with γ -quantums of ^{60}Co

Термін після опромінення, години	Поглинута доза, Гр				
	0,1	0,5	1,0	3,0	6,0
	Вміст ЛНЦ, мг%				
0,5	38,2±4,1	38,8±3,9	38,9±4,1	39,3±4,2	39,7±4,2
1,0	38,9±3,9	39,1±4,0	39,4±4,3	39,6±4,1	41,2±4,3
2,0	38,8±4,2	39,3±4,2	40,7±4,0	40,7±4,3	42,0±4,5
3,0	39,5±4,0	39,7±4,1	41,2±4,4	41,3±4,0	42,9±4,1
4,0	39,7±4,1	40,2±4,3	41,6±4,3	42,5±4,4	43,7±4,4
6,0	40,1±4,2	40,6±4,5	41,9±4,2	43,1±4,5	46,1±4,6
12,0	39,8±3,7	41,3±4,3	42,8±3,9	45,4±4,7	48,6±4,9*
18,0	39,6±3,9	41,0±4,2	42,5±4,7	47,1±4,8	50,1±4,8*
24,0	39,3±4,0	40,5±3,9	42,0±4,7	47,4±4,6*	50,8±5,1*
720,0	38,7±3,8	38,7±4,0	39,3±4,1	47,5±4,5*	51,3±5,2*

Примітка: контроль (норма) = 38,6 ± 4,1 мг%, * – різниця з нормою достовірна (p<0.05)

Таблиця 3. Радіогенні зміни вмісту ліпопротеїнів високої щільності (ЛВЦ) у плазмі крові щурів після одноразового тотального опромінення їх γ -квантами ^{60}Co

Table 3. Radiogenic changes of high density (HDL) lipoproteines maintenance in blood plasma of rats after their disposable total irradiation with γ -quantums of ^{60}Co

Термін після опромінення, години	Поглинута доза, Гр				
	0,1	0,5	1,0	3,0	6,0
	Вміст ЛВЦ, мг%				
0,5	164,5±15,8	163,2±16,1	162,9±17,2	162,1±16,8	152,7±16,2
1,0	163,8±16,2	162,5±15,8	161,2±15,8	157,8±16,2	147,9±15,4
2,0	162,4±17,7	160,3±15,6	157,8±16,1	152,3±15,7	139,8±14,1
3,0	161,3±15,6	158,2±14,9	155,7±15,8	148,4±15,5	135,2±13,5*
4,0	160,1±15,9	157,0±15,3	153,1±15,6	145,1±15,2	131,5±14,0*
6,0	159,7±16,2	153,1±14,8	147,5±15,3	137,6±14,7	122,1±13,2
12,0	161,6±15,7	149,0±15,1	137,4±14,3	119,9±12,5*	105,2±11,7

Примітка: контроль (норма) = 165,3 ± 15,4 мг%, * – різниця з нормою достовірна (p<0.05)

Таблиця 4. Радиогенні зміни вмісту ліпопротеїнів дуже низької щільності (ЛДНЦ), низької щільності (ЛНЦ) і високої щільності (ЛВЦ) у плазмі крові після фракціонованого та тривалого опромінення їх γ -квантами ^{60}Co

Table 4. Radiogenic changes of maintenance of very low density (VLDL), low density (LDL) and high density (HDL) lipoproteins in blood plasma after their fractionating and protracted irradiation with γ -quants of ^{60}Co

Термін після опромінення, години	Фракціоноване опромінення		Тривале опромінення	
	Поглинута доза, Гр			
	0,5	1,0	0,5	1,0
Вміст ЛДНЦ, мг%				
12,0	54,5±5,3	67,8±6,4*	59,2±5,7*	77,3±8,0*
18,0	57,4±5,8	72,0±7,1*	62,1±5,8*	83,1±8,2*
24,0	58,3±5,6	77,9±8,0*	64,4±6,3*	86,6±8,9*
720,0	60,9±5,9*	80,2±7,7*	65,3±6,2*	89,7±9,3*
Вміст ЛНЦ, мг%				
12,0	40,8±4,7	42,0±4,5	41,7±4,2	43,8±4,1
18,0	40,7±4,2	41,9±3,8	41,5±3,9	43,6±4,5
24,0	40,2±3,9	41,4±3,9	41,4±4,3	43,1±4,6
720,0				
Вміст ЛВЦ, мг%				
12,0	152,6±16,3	141,2±15,6	143,8±15,7	129,9±11,8*
18,0	152,7±16,1	137,0±12,8*	144,1±14,8	126,6±12,3*
24,0	152,9±15,6	140,6±13,5	145,2±13,9	128,1±12,0*
720,0	162,6±15,7	161,3±16,8	162,4±16,5	159,3±15,6

Примітка: – різниця з нормою достовірна ($p < 0.05$)

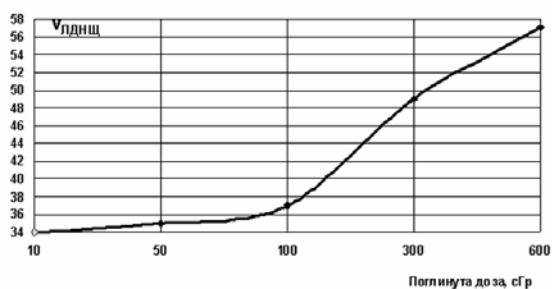


Рис. 1. Дозова залежність вмісту ліпопротеїнів дуже низької щільності крові щурів на 1 сГр поглинutoї дози (V_{LDL}) на стадії максимального розвитку ефекту (0,5 – 2,0 години після дії радіації) після одноразового тотального опромінення γ -квантами ^{60}Co

Fig. 1. Dose dependence of maintenance of very low density lipoproteins of blood plasma of rats on 1 sGr of absorbed dose (V_{LDL}) on the stage of maximal development of effect (0,5 – 2,0 hours after the irradiation) after the disposable total irradiation with γ -quants of ^{60}Co

Дозова залежність ЛНЦ на стадії максимального розвитку ефекту має експоненційний вид, а V_{LDL} на 1 сГр дози (рис. 2) найбільш залежний в області малих її значень 0,1 – 0,5 Гр. Надані дані вказують на істотно більшу питому ефективність малих доз радіації у порівнянні із значними (1,0 – 6,0 Гр), де залежність є лінійною, та неістотним чином збільшується із ростом величини дози.

Порівняльні ефекти вмісту ЛНЦ у плазмі крові від дози радіації для різних режимів опромінення (одноразове, фракціоноване, тривале) свідчать про більшу ефективність тривалого опромінення, що

особливо проявляються при дозах 1,0 Гр, експоненційну дозову залежність ефектів та меншу пошкоджувальну дію фракціонованого опромінення ніж одноразового. Через 30 днів після закінчення опромінення ефективність фракціонованого та одноразового опромінення по зміні показника не відрізняється.

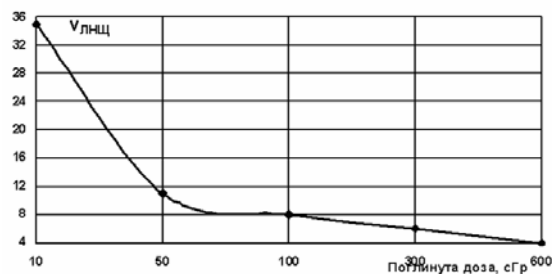


Рис. 2. Дозова залежність вмісту ліпопротеїнів низької щільності крові щурів на 1 сГр поглинutoї дози (V_{LDL}) на стадії максимального розвитку ефекту (1 – 2 год. після дії радіації) після одноразового тотального опромінення γ -квантами ^{60}Co

Fig. 2. Dose dependence of maintenance of low density lipoproteins of blood plasma of rats on 1 sGr of absorbed dose (V_{LDL}) on the stage of maximal development of effect (1 – 2 hours after the irradiation) after the disposable total irradiation with γ -quants of ^{60}Co

Дозові залежності вмісту ЛВЦ у плазмі крові для різних стадій формування радіогенного ефекту при одноразовому опроміненні мають інші властивості. В межах 0,1 – 1,0 Гр проявляють спад з характеристиками залежними від стадії формування ефекту. При збільшенні величини дози якісний характер їх не змінюється, але глибина порушень зростає зі збільшенням терміну спостережень. В кінце-

восту етапі формування ефекту величина показника незворотно знижується. Дозова залежність ЛВЩ у вивченому діапазоні доз 0,1 – 6,0 Гр має строгий прямо пропорційний лінійний характер.

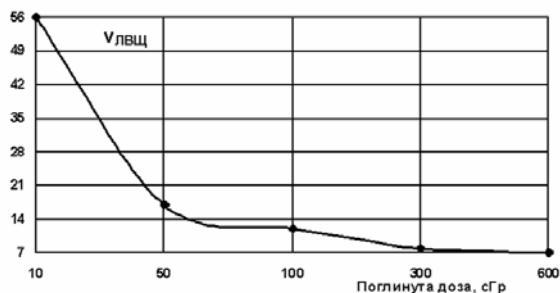


Рис. 3. Дозова залежність вмісту ліпопротеїнів високої щільності крові щурів на 1 сГр поглинутої дози ($V_{\text{ЛВЩ}}$) на стадії максимального розвитку ефекту (1 – 2 год. після дії радіації) після одноразового тотального опромінення γ -квантами ^{60}Co

Fig. 3. Dose dependence of maintenance of high density lipoproteins of blood plasma of rats on 1 sGr of absorbed dose (V_{HDL}) on the stage of maximal development of effect (1 – 2 hours after the irradiation) after the disposable total irradiation with γ -quanta of ^{60}Co

Дозозалежний вміст у плазмі крові ЛВЩ при різних режимах опромінення через 12 годин після його закінчення проявляє обернено пропорційний лінійний характер, тривале опромінення викликає більші пошкодження за одноразове, фракціоноване – менші. Однак через 30-ть діб після закінчення опромінення, ефекти при різних режимах опромінення вирівнюються, слабо

залежать від величини дози радіації, що свідчить про порівняно із іншими фракціями ЛП достатньо високу резистентність ЛВЩ у плазмі крові відносно радіогенних їх змін. Залежність швидкості радіогенних змін (рис. 3) вмісту ЛВЩ від величини дози на її одиницю є оберненою експоненційною що як для ЛНЩ свідчить про збільшення питомого ефекту зі зменшенням величини дози радіації.

Висновки

Таким чином, результати досліджень динаміки радіогенних змін вмісту ліпопротеїнів плазми крові тварин, що опромінені одноразово, фракціонованого та тривалого, дозволяють зробити висновки:

1. Радіаційна дія на організм приводить до характерної динаміки порушень вмісту ліпопротеїнів плазми крові тварин при усіх режимах опромінення в інтервалі доз 0,1 – 6,0 Гр.
2. Величина потужності випромінювання та режим формування величини поглинутої дози якісно впливає на характер динаміки показників.
3. В режимах безперервного опромінення (одноразове та тривале) істотно ефективнішим при рівних поглинутих дозах є опромінення з меншою величиною потужності дози.
4. Фракціоноване опромінення (навіть з меншою потужністю випромінювання) є більш ощадливим ніж одноразове в плані величини порушень вмісту ліпопротеїнів плазми крові експонованих тварин.
5. Із вивчених класів ліпопротеїнів – ЛДНЩ проявляють найбільші радіогенні зміни вмісту їх у плазмі крові опромінених тварин, а найменші – ЛНЩ.

1. Климов А. Н. Воздействие нативных и модифицированных липопротеидов с клеткой и его значение в атеросклерозе // 5 Всесоюзный биохимический съезд: Тез. докл. – Москва: Наука, 1985. – Т. 1. – С. 221.
2. Конопля Е. Ф. Проблемы радиозоологических и медико-биологических последствий аварии на ЧАЭС // Тез. докл. Междунар. научной конференции "Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды. 16 – 17 апреля 1998 г. Минск. – 1998. – С. 127.
3. Климов А. Н. Воздействие нативных и модифицированных липопротеидов с клеткой и его значение в атеросклерозе // 5 Всесоюзный биохимический съезд: Тез. докл. – Москва: Наука, 1985. – Т. 1. – С. 221.
4. Чаяло П. П., Чоботько Г. М., Верна В. Н., Ляховчук Н. Н., Паламарь Л. А. Клинико-экспериментальное изучение дислипидемии как фактора риска развития нестохастических последствий воздействия ионизирующего излучения // Научно-практические аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС: Тез. докл. респ. конф., Гомель, 15 – 17 апр. 1992 г. – Минск, 1992. – С. 45–46.
5. Чаяло П. П., Чоботько Г. М. Метаболічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. – К.: ДП "Чернобильінтерінформ". 2001. – 156 с.
6. Руднев М. И., Замостьян В. П., Пилинская М. А., Рачок А. Г., Чаяло П. П., Чоботько Г. М. Биологические эффекты у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС // В кн.: "Авария на Чернобильской АЭС: радиационный мониторинг клинические проблемы, социально-психологические аспекты, демографическая ситуация, малые дозы ионизирующего излучения". Информационный бюллетень, Киев. – 1992. – Вып. 2, Т. 2. – С. 172 – 201.
7. Чоботько Г. М., Чаяло П. П., Мойбенко А. А., Верна В. Н., Сердюк Б. Е. Сравнительная характеристика липопротеинового спектра и свободнорадикальных процессов в крови у кроликов при внешнем гамма-облучении и введении холестерина // Укр. биохим. журн. – 1992. – Т. 64, №5. – С. 66 – 70.
8. Чаяло П. П., Чоботько Г. М. Чотирирічне спостереження за динамікою змін ліпідного та ліпопротеїнового спектра крові у ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС // Укр. радіол. журн. – 1995. – № 1. – С. 40 – 44.
9. Чаяло П. П., Чоботько Г. М., Колесник Л. Л., Паламарь Л. А. Пострадиационная дислипидемия: Клинико-экспериментальные параллели, механизмы развития // В кн.: Третий съезд по радиационным исследованиям. Радиобиология, радиозоология, радиационная безопасность. Москва 14 – 17 октября 1997 г. Тез. докл. Том 1 (сесии 1–III). Пушино, 1997. – С. 344 – 345.
10. Lingren F. T. Analysis of lipids and lipoproteins // Champaign Amer. Oil Chemists Soc. Ed. Perkins E. G. – 1975. – N 1. – P. 6 – 58.
11. Abel L. L., Levy B. B., Brodie B. B. et al. A simplified method for the estimation of total cholesterol in serum and demonstration of its specificity // J. Biol. Chem. – 1952. – 195. N 2. – P. 357 – 366.
12. Мастрочова Е. Я. Разделение липопротеинов плазмы крови человека методом дискового электрофореза в трохслойном полиакриламидном геле // Вопр. мед. химии. – 1973. – №6. – С. 652 – 655.

Отримано: 9 грудня 2009 р.

Прийнято до друку: 4 лютого 2010 р.