

LIPOPEROXIDATION, ANTIOXIDANT DEFENCE AND SPERMATOGENESIS IN RATS UNDER CONDITIONS OF CHRONIC ALIMENTARY INTAKE OF "CHORNOBYL" RADIONUCLIDES IN LOW DOSES

Karpenko N., Ovs'yannikova L., Alechina C., Lar'yanovska Yu., **Alesina M.**

ЛІПОПЕРОКСИДАЦІЯ, АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ ТА СПЕРМАТОГЕНЕЗ У ЩУРІВ ЗА ДОВГОТЕРМІНОВОГО АЛІМЕНТАРНОГО НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У МАЛИХ ДОЗАХ



**КАРПЕНКО Н.О.,
ОВСЯННИКОВА Л.М.,
АЛЬОХІНА С.М.,
ЛАР'ЯНОВСЬКА Ю.Б.,
АЛЕСІНА М.Ю.**

Державне спеціалізоване
науково-виробниче
підприємство "Екоцентр",
м. Чорнобиль,
nina_karpenko@mail.ru

Іні доведено провідну роль вільнорадикального окислення у розвитку радіаційно індукованих змін у біологічних об'єктах. Не дивлячись на те, що вплив опромінення у малих дозах загалом обумовлений радіаційним пошкодженням мембранних структур [1, 2], інтенсивність і спрямованість радіоіндукованого перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) суттєво відрізняється у різних органах та системах [2, 3]. Особливу увагу привертає одна з найважливіших функцій організму — репродуктивна. На тлі численних досліджень залишаються не до кінця з'ясованими особливості реакції сім'яників тварин на хронічне внутрішнє опромінення, особливо у малих та субмалих дозах. Це може бути пов'язане з функцією збереження та передачі генетичної інформації, значною проліферативною активністю сперматогенного епітелію та тим, що сім'яники — єдиний орган, для якого отримана протягом тривалого періоду доза може бути більш шкідливою, ніж одноразова [4-7].

Вищезазначене зумовило **мету** нашої роботи: визначення залежності стану окисного гомеостазу у тестикулах щурів та їхньої функціональної активності від часу та дози хронічного низькопотужного внутрішнього опромінення.

Матеріали та методи. Статеві активні самці щурів популяції Вістар (120 голів віком 3-3,5 міс. та масою 180-220 г на початку дослідження) утримувалися згідно з етичними принципами експериментів на тваринах [8] або у віварії Інституту ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка АМН України (Київ, група Контроль), або у віварії Державного спеціалізованого науково-виробничого підприємства "Екоцентр" (Чорнобиль), де вони були піддані хронічному опроміненню шляхом надходження радіонуклідів (РН) з питною радіоактивною водою (з 4 блоку ЧАЕС) та кормами (зерно, м'ясо й риба з 30-кілометрової зони відчуження ЧАЕС). Розведенням води моделювали три потужності внутрішнього опромінення (групи Dmax, Dmid, Dmin), а через 1,5, 4 та 12 міс. щурів забивали та вилучали сім'яники для біохімічних, морфометричних і гістологічних досліджень, а м'язи і кістки — для спектрометричних.

Здійснювали оглядову мікроскопію препаратів лівого сім'яника [9]. Стан сперматогенезу визначали за такими характеристиками: середня кількість сперматогоній у сім'яному каналці (СК) у спокої (n=20), відносна кількість СК зі злуценом епітелієм (n=100), наявність сперматоцитів у метафазі 2-го поділу дозрівання (n=100), індекс сперматогенезу (IC). Наявність генерацій статевих клітин оцінювали за 4-бальною системою [10].

У ці ж терміни у гомогенатах сім'яника визначали вміст спо-

ЛИПОПЕРОКСИДАЦИЯ, АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА И СПЕРМАТОГЕНЕЗ У КРЫС ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ АЛИМЕНТАРНОМ ПОСТУПЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ В МАЛЫХ ДОЗАХ

Карпенко Н.А., Овсянникова Л.М., Алехина С.М., Ларьяновская Ю.Б., Алесина М.Ю.

В 12-месячном эксперименте при поступлении с рационом "чернобыльских" радионуклидов смоделировано внутреннее облучение самцов крыс в дозах (от 2 до 508 мГр), сопоставимых с предельно допустимыми дозами облучения населения и профессионалов. Данные о липопероксидации, антиоксидантной активности в гонадах, а также о морфофункциональных характеристиках сперматогенеза свидетельствуют, что после 1,5 месяца облучения наблюдается усиление ПОЛ, которое через 4 месяца сменяется угнетением и удерживается на физиологическом уровне в конце опыта наряду с прогрессирующим ухудшением сперматогенеза. Предполагается, что первоначальное повреждение токсическими продуктами ПОЛ не ограничивается тканью гонад, а инициирует нарушения гормональной регуляции сперматогенеза, что в дальнейшем становится основной причиной его ухудшения при облучении.

© Карпенко Н.О., Овсянникова Л.М., Альохіна С.М., Лар'яновська Ю.Б., **Алесіна М.Ю.** СТАТТЯ, 2009

Морфологічна характеристика сім'яників опромінених щурів (n, X±S_x)

Таблиця 1

Група	Кількість сперматогоній в одному сім'яному каналці	Індекс сперматогенезу, бали	Відносна кількість сім'яних каналців з 12 стадією мітозу, %	Відносна кількість сім'яних каналців зі злушеним епітелієм, %
Опромінювання 1,5 місяці				
Контроль	12	12	12	12
	59,77±0,46	3,42±0,01	3,33	0,42
Дmin (ПД 3 мГр)	12	12	12	12
	60,22±0,38	3,29±0,01*	2,92	0,33
Дmid (ПД 9 мГр)	12	12	12	12
	59,45±0,28	3,32±0,01*	2,92	0,25
Дmax (ПД 94 мГр)	12	12	12	12
	54,83±0,50*,**	3,22±0,04*,**	2,50	3,75*,**
Опромінювання 4 місяці				
Контроль	12	12	12	12
	60,12±0,68	3,39±0,02	3,58	0,58
Дmin (ПД 7 мГр)	12	12	7	12
	59,92±0,57	3,28±0,01*	2,83*	3,08*
Дmid (ПД 21 мГр)	12	12	12	12
	52,62±0,39*,**	3,01±0,04*,**	2,75	1,33*,**
Дmax (ПД 210 мГр)	12	12	12	12
	47,59±1,09*,**	2,89±0,03*,**	2,50*	2,67*
Опромінювання 12 місяців				
Контроль	12	12	12	12
	54,63±1,11	3,12±0,09	3,08	0,58
Дmax (ПД 568 мГр)	12	12	12	12
	45,36±1,22*	2,60±0,09*	2,25*	2,83*

Примітки до таблиць 1-2:

* — достовірні відмінності від групи Контроль ($p < 0,05$).

** — достовірні відмінності від групи Дmin ($p < 0,05$).

лук з ізольованими подвійними зв'язками (СПЗ), дієнових (ДК) та оксодієнових кон'югатів (ОДК) [11, 12], білка [13], про-дуктів, що реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК-АП)

[14]. Стан антиоксидантної системи (АОС) характеризували за активністю каталази (КАТ), супероксиддисмутази (СОД), глутатіонредуктази (ГР) [15-17].

До сумарної поглиненої дози (ПД), яка наведена у таблицях, включено дози від зовнішнього та внутрішнього опромінення. Зовнішню компоненту, яка становила 40-60 мкГр/год., вимірювали радіометром-дозиметром МКС-01. Для оцінки внутрішньої компоненти враховували вміст дозоутворюючих РН: $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ та $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ у воді та тканинах щурів. Кількість трансуранових РН у зразках перебувала за межами чутливості приладів. У групі Контроль ПД дорівнювала 12-18 мкГр/год. Розрахунок ПД виконував к.б.н. Дрозд І.П. (Інститут ядерних досліджень, Київ).

Дані подано як середньоарифметична величина та її похибка ($X \pm S_x$). Достовірність відмінностей між групами одного терміну дослідження перевіряли множинним порівнянням за Шеффе [18] з використанням програми Statistica 6.0.

Результати та їх обговорення. Вихідний стан задіяних у досліді тварин контролювали за рівнем статевої активності самців, яка інтегрально відображає функціонування репродуктивної системи. Відсутність відмінностей у щурів популяції Вістар до початку опромінювання [19, 20] підтвердило однорідність вибірки. Групами порівняння вважали групи Контроль (Київ) та Дmin з мінімальною ПД, яку утримували в ідентичних умовах.

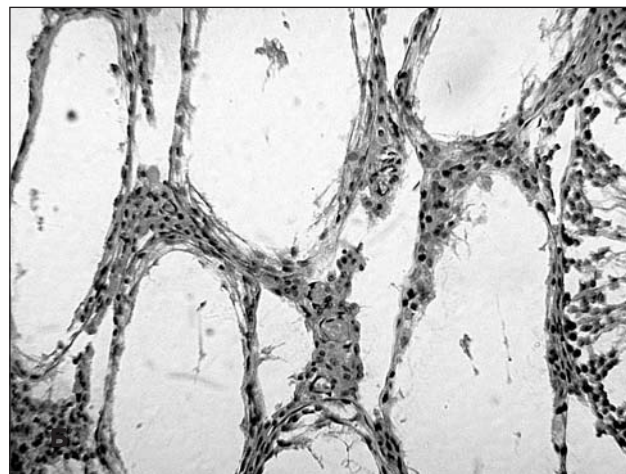
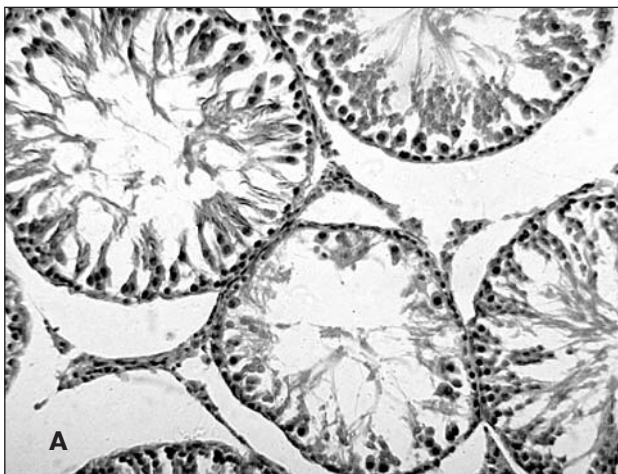
Розрахунки показали, що річні сумарні ПД у усьому тілі шу-

Рисунок 1

Тестикулярна тканина опромінених протягом 1,5 міс. щурів

А) сім'яник щура групи Дmin, ПД 3 мГр (x 150);

Б) сім'яник щура групи Дmax, ПД 94 мГр (x 300, забарвлення гематоксилін-еозином)



LIPOPEROXIDATION, ANTIOXIDANT DEFENCE AND SPERMATOGENESIS IN RATS UNDER CONDITIONS OF CHRONIC ALIMENTARY INTAKE OF "CHORNOBYL" RADIONUCLIDES IN LOW DOSES
Karpenko N., Ovs'yannikova L., Alechina C., Lar'yantovska Yu., Alesina M.

Male rats were exposed to the internal irradiation from "Chornobyl" radionuclides during 12 months. Total absorbed doses (from 2 to 508 mGy) which were equivalent the limit doses for population or specialists has been modeled. Data about lipopero-

xidation, antioxidant activity in testis, and morpho-functional characteristics of spermatogenesis testify the elevate of lipoperoxidation in a 1.5 month, its reduction in a 4 month and stabilization on physiological level at the end of the test along with the making progress worsening of spermatogenesis. It is assumed that the initial disturbance by products of lipoperoxidation is not restricts only by testis tissue and results in damage of the hormonal regulation of spermatogenesis. That in future becomes main reason of his worsening under irradiation in low doses.

рів груп D_{min}, D_{mid} та D_{max} становили 17, 51 та 508 мГр. З урахуванням перевідних коефіцієнтів вони майже дорівнювали граничним ефективним дозам у людей від дії іонізуючого випромінювання (не більше 20 або 2 мЗв/рік згідно з НРБУ-97), що показує адекватність застосованої моделі поставленим завданням.

Тестікули щурів після 1.5, 4 та 12 місяців опромінювання мали принципові відмінності. Так, гонади першого терміну дослідження містили клітини, які почали диференціацію за умов природного радіаційного фону, а на стадіях сперматогоніїв або сперматоцитів зазнавали більш суттєвого опромінювання. За 4 та 12 міс. аналізували сім'яники, в яких один або більше циклів сперматогенезу відбувалися на тлі поступового зростання ПД. За таких умов у гонадах за 1,5 міс. було виявлено різке зростання рівня ліпопероксидації незалежно від сформованої ПД (табл. 1). Те, що вміст продуктів ПОЛ був найбільшим за мінімального та середнього рівнів опромінювання, певною мірою співпадає з результатами [21] про більш значні зміни показників ПОЛ та АОС при зменшенні величини ПД у тварин за умов одночасного надходження ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr [21]. Зменшення, порівняно з групою D_{min}, рівня первинних продуктів ПОЛ паралельно зі збільшенням вмісту кінцевих у групах D_{max} та D_{mid} відображають, на нашу думку, часову динаміку процесу. Зростання активності СОД та КАТ, різноспрямовані зміни активності ГР, особливо щодо групи D_{min}, свідчать про напруження та дисбаланс АОС.

У цей час у щурів з ПД 3 мГр (група D_{min}) зміни гістоархітекtonіки тканини гонад були мінімальними (поява СК з редукцією рядів сперматогоніїв, деяка

"розрідженість" стрічки епітелію (рис. 1, А). При зростанні ПД до 9 мГр розрідження епітелію посилювалось, навіть до появи порожнеч, зростала кількість СК зі злущенням епітелієм. При ПД 94 мГр ширина стрічки сперматогенного епітелію суттєво зменшувалась (до 2-3 рядів), у

великій кількості з'являлися оголені ділянки стінки, зустрічалося відокремлення сім'яродного епітелію від базальної мембрани. У частини щурів виявлено дрібноосередковий асперматогенез з атрофією СК, посилення злущування сім'яродного епітелію та наявність

Таблиця 2
Стан ліпопероксидації у гонадах щурів протягом 12 місяців опромінювання

	Контроль		D _{min}		D _{mid}		D _{max}	
	n	X±S _x	n	X±S _x	n	X±S _x	n	X±S _x
Сполуки з ізольованими подвійними зв'язками, Е/мг білка								
1,5 міс.	7	2,66±0,12	7	2,89±0,50	7	3,63±0,56	7	1,74±0,12*,**
4 міс.	6	1,80±0,14	6	1,74±0,07	7	0,88±0,10*,**	6	0,73±0,08*,**
12 міс.	6	2,67 0,14	6	2,20 0,11	6	1,77 0,07*,**	6	1,45 0,20*,**
Дієнові кон'югати, Е/мг білка								
1,5 міс.	7	0,53± 0,07	7	1,50± 0,16*	7	1,63± 0,07*	7	1,06± 0,07*,**
4 міс.	6	0,86± 0,17	6	0,71± 0,06	7	0,51± 0,05	6	0,42± 0,06**
12 міс.	6	0,96± 0,17	6	1,16± 0,18	6	0,92± 0,27	6	0,75± 0,11
Оксодієнові кон'югати, Е/мг білка								
1,5 міс.	7	0,33±0,10	6	0,96±0,14*	7	0,74±0,17*	7	0,54±0,03*,**
4 міс.	6	0,4±0,07	6	0,33±0,05	7	0,33±0,07	6	0,33±0,02
12 міс.	6	0,53 0,08	6	0,82 0,25	6	0,37 0,12	6	0,30 0,03
ТБК-активні продукти, нмоль/л								
1,5 міс.	7	0,05±0,01	7	0,03± 0,01	7	0,38±0,07*,**	7	0,10±0,02**
4 міс.	6	0,26±0,05	6	0,09±0,02*	7	0,05±0,01*	6	0,08±0,03*
12 міс.	6	0,09±0,01	6	0,07±0,03	6	0,12±0,01	6	0,06±0,01
Активність супероксиддисмутази, ум.од./мг білка								
1,5 міс.	6	0,87±0,16	6	2,62±1,00*	6	5,90±0,56*,**	6	3,10±0,75*
4 міс.	6	1,66±0,46	6	3,33±0,09*	6	2,26±0,40**	6	1,76±0,42**
12 міс.	6	2,39±0,37	6	2,40±0,51	6	0,91±0,14*,**	6	0,90±0,20*,**
Активність каталази, мкмоль/хв.Чмг білка								
1,5 міс.	6	3,50±0,60	6	5,00±1,90	6	13,10±2,40*,**	6	4,40±0,60
4 міс.	6	18,6±4,60	6	4,93±0,45*	6	5,52±0,58*	6	4,43±0,52*
12 міс.	6	4,26±0,20	6	5,12±0,39	6	6,34±0,77	6	4,96±0,77
Активність глутатіонредуктази, мкмоль/хв.Чмг білка								
1,5 міс.	6	18,32±3,02	6	10,01±1,51	6	18,58±8,05	6	18,73±3,09**
4 міс.	6	38,75±4,86	6	12,03±0,95*	6	17,44±0,99*,**	6	19,25±0,86*,**
12 міс.	6	13,76±0,68	6	17,50±1,00*	6	19,51±0,96*	6	15,32±1,31

нечисленних клітин-шарів (багатоядерні сперматиди) у стінці деяких СК (рис. 1Б). Подібні клітини-шари спостерігали у собак з ПД 1-74 сГр від плутонію-239 [22], і хоча у нашому досліді ми не виявили підвищення у раціональному вмісту α -випромінювачів, це питання потребує спеціального дослідження. Кількісна характеристика сперматогенезу переважно підтвердила результати оглядової мікроскопії, зокрема, зростання рівня злуцвання сім'яродного епітелію у 7,4 рази при ПД 94 мГр (табл. 2). Порівняння з додатковою контрольною групою показало подібність змін за умов ПД 3 або 9 мГр та більш значні порушення при ПД 94 мГр. Тобто морфологічна картина сім'яників підтвердила відсутність лінійної залежності доза — деструктивний ефект токсичних продуктів ПОЛ.

За 4 міс. опромінювання у гонадах щурів майже всіх груп спостерігається інгібування ПОЛ, насамперед його початкових стадій (при порівнянні з групою Дmin). При цьому відзначено зростання активності АО ферментів. Тож, інгібування ліпопероксидації могло відбутися внаслідок посиленого використання компонентів АОС [3] або зростання частки важкоокислюваної фракції фосfolіпідів мембран, як відзначено у диких гризунів із зони відчуження ЧАЕС з часом [23].

Оглядова мікроскопія сім'яників щурів свідчила про аналогічні першим та більш виразні зміни структури у цей термін, наприклад, клітини-шари виявлялися у щурів з ПД 21 мГр,

візуально збільшувалася кількість сперматогоній з пікнотичними ядрами, нетиповим забарвленням цитоплазми. За найбільшого радіаційного навантаження (ПД 210 мГр) асперматогенез набував більш дифузного та великоосередкового характеру зі збереженням явищ дистрофії епітелію порівняно з контрольними тваринами (рис. 2А та 2Б). Кількісні параметри підтверджували погіршення сперматогенезу незалежно від дозового навантаження (табл. 2). Таким чином, на тлі інгібування ліпопероксидації функціональна активність сім'яників знижувалася внаслідок як прямого пошкодження підтримуючих клітин продуктами ПОЛ на початку опромінювання, так і через порушення ендокринної регуляції сперматогенезу.

За умов 12-місячного опромінення у гонадах статистично достовірно знижувався вміст первинних продуктів ліпопероксидації. Водночас відзначено зменшення активності СОД і нормалізація КАТ та ГР. Тобто інтенсивність ПОЛ у сім'яниках статистично достовірно не відрізнялася від вікового контролю, але зберігались та посилювалися ознаки розбалансованості ферментативної ланки АО захисту. Слід відзначити наявність у печінці та крові цих 15-15,5-місячних тварин нового спалаху ПОЛ та зниження активності АОС, що зумовлювало в інших органах вторинний розвиток окисного стресу [24].

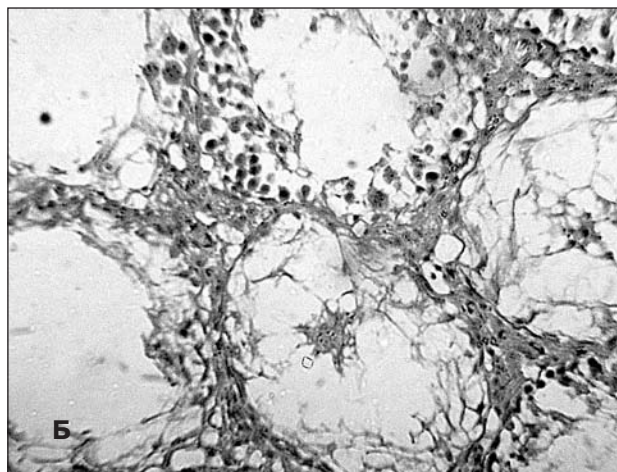
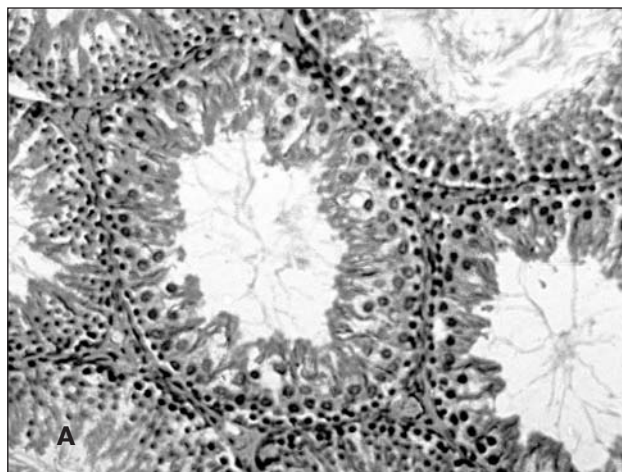
Гістологічні дослідження тестикулярної тканини у щурів з максимальним рівнем опромі-

нення показало посилене злуцвання епітелію у просвіт, розрідження клітин у ряду, наявність окремих клітин-шарів, відсутність стрічки сперматогенного епітелію у частині СК (рис. 3). Водночас в інших тварин спостерігалися ознаки відновлення: наявність рядів сперматогоній, сперматоцитів I та II порядків, ранніх сперматид. Але статистично значиме зменшення питомої кількості сперматогоній, IC та зростання частоти випадків злуцвання епітелію у просвіт СК свідчили про пригнічення сперматогенезу в опроміненіх тварин.

Навіть за два десятиріччя після Чорнобильської катастрофи актуальними залишаються дослідження біологічних ефектів хронічного низькопотужного опромінювання в інтервалі ефективних доз для осіб, що зазнають постійного радіаційного впливу внаслідок професійних обов'язків або перебування на контамінованих РН територіях. Саме тому у Чорнобилі було проведено експеримент, в якому щури зазнавали комбінованого опромінювання різної потужності за рахунок аліментарного надходження РН протягом року. Це дозволило виявити залежність стану сперматогенезу від потужності та тривалості хронічного комбінованого (внутрішнього і зовнішнього) опромінення, а також з'ясувати деякі механізми їхнього розвитку на клітинному рівні, простежити динаміку та взаємозв'язок змін функціональної активності гонад з порушеннями окислювального гомеостазу органу.

Рисунок 2

Тестикулярна тканина опроміненіх протягом 4 міс. щурів.
А) сім'яник щура групи Контроль; Б) сім'яник щура групи Дmax, ПД 210 мГр
(x 300, забарвлення гематоксилін-еозином)



Отримані дані свідчать, що за умов дії дослідженого фактора відбувається, з одного боку, певна біохімічна адаптація тканин гонад, а з іншого — погіршення їхньої функціональної активності. Так, якщо за 1,5 місяці відбувається активація ПОЛ та напруження і розбалансованість функціонування АОС у тканинах, то за 4 місяці вже спостерігається пригнічення ліпопероксидації, а потім — її нормалізація за рахунок дії природної АОС або біохімічної адаптації клітин, що зберігається і у подальшому. Водночас гістоморфологічні дослідження гонад показали, що пошкодження тканини гонад поступово посилювалось, і цей процес деякою мірою залежав від потужності опромінювання. На нашу думку, отримані дані свідчать на користь того, що первинний спалах пероксидації ліпідів у тестикулах не тільки ініціював порушення початкових стадій сперматогенезу та клітин Сертолі і Лейдига, а й ендокринної регуляції цього процесу [25, 26]. Останні, незважаючи на утримання АО гомеостазу органу у фізіологічних межах, у подальшому стають домінуючими.

Таким чином, одержані результати свідчать про значущість хронічного опромінення від інкорпорованих РН навіть у таких малих дозах для репродуктивної системи тварин, доповнюють картину розвитку "дезадаптозу" й підтверджують доцільність використання сор-

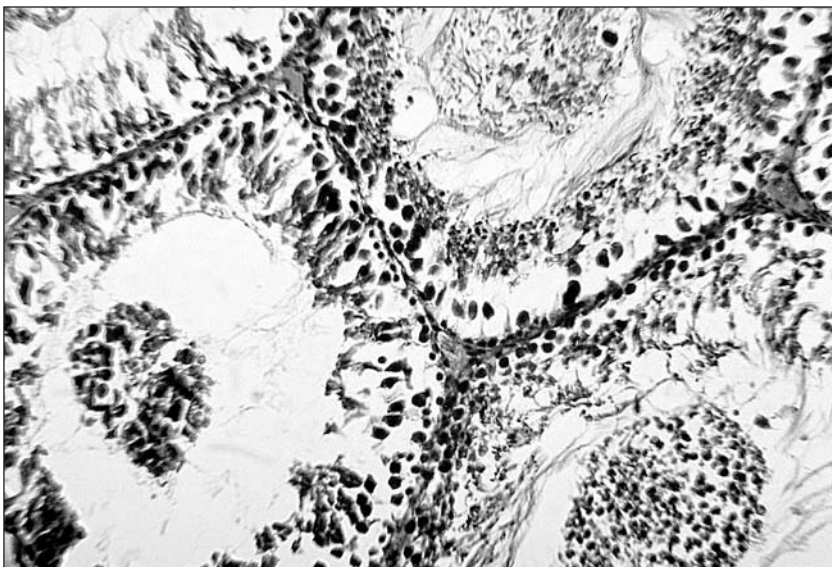
буючих засобів для зниження дозового навантаження від внутрішніх джерел іонізуючого випромінювання та антиоксидантів, особливо на перших етапах радіаційного впливу. Вони також вкотре доводять провідну роль продуктів ПОЛ в ініціюванні запуску стресорних реакцій та їх участі у розвитку різноманітних патологічних станів та передчасного старіння організму в умовах хронічного радіаційного впливу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурлакова Е.Б., Алексенко А.В., Молочкіна Е.М. и др. Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте. — М.: Наука, 1975. — 211 с.
2. Барабой В.А., Олійник С.А., Хмелевський Ю.В. Прооксидантна ланка окислювального гомеостазу за малих доз іонізуючої радіації та низької інтенсивності // Укр. біохім. ж. — 1994. — Т. 66, № 5. — С. 39-47.
3. Паранич А.В., Карпенко Н.А., Алесина М.Ю., Маришина Т.А. Изучение направленности и интенсивности процессов перекисного окисления липидов, инициированных действием "чернобыльского" фактора // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1998. — Т. 38, № 3. — С. 382-386.
4. Шевченко В.А., Померанцева М.Д. Генетические последствия действия ионизирующих излучений. — М.: Наука, 1985. — 279 с.
5. Чехович А.В., Померанцева М.Д., Рамайма Л.К., Шевченко

Рисунок 3

Тестикулярна тканина опромінена протягом 12 міс. щурів. Сім'яник щура групи Дтах (х 300, забарвлення гематоксилін-еозином)



ко В.А. Генетические нарушения у лабораторных мышей, экспонированных в районе Чернобыльской АЭС спустя 4 года после аварии // Генетика. — 1993. — Т. 29, № 2. — С. 312-321.

6. Серкиз Я.И., Индык В.М., Савцова З.Д. и др. Отдаленные биологические эффекты у животных, пребывающих в зоне отчуждения ЧАЭС // Чернобыль-96: Сб. тез. V междунар. науч.-техн. конф. (1996, Зеленый Мыс), т. 2. — Чернобыль, 1996. — С. 417-418.

7. Гончарова Р.Н., Рябонь Н.И., Смолич И.И. Генетическая эффективность малых доз ионизирующей радиации при хроническом облучении мелких млекопитающих // Механизмы действия сверхмалых доз: тез. III междунар. симп. (3-6 дек. 2002 г., Москва). — М.: Изд-во РУДН, 2002. — 64 с.

8. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах // Ендокринологія. — 2003. — Т. 8, № 1. — С. 142-145.

9. Меркулов Г.А. Курс патологической гистологической техники. — Л.: Медицина, Ленинградское отд., 1969. — 424 с.

10. Доклінічні дослідження лікарських засобів (методичні рекомендації) / За ред. О.В. Стефанова. — К.: Авіценна, 2001. — 528 с.

11. Селютіна С.Н., Селютин А.Ю., Паль А.И. Модификация определения ТБК-активных продуктов сыворотки крови // Клиническая диагностика. — 2000. — № 2. — С. 8-10.

12. Біохімічні та біофізичні методи оцінки порушень окислювального гомеостазу в осіб, що зазнали радіаційного впливу внаслідок аварії на ЧАЕС: Метод. рекомендації / Овсяннікова Л.М., Алюхіна С.М., Дробінська О.В. та ін. — 1999. — 18 с.

13. Bredford M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the protein-dye binding // Anal. Biochem. — 1976. — Vol. 72. — P. 248-252.

14. Гаврилов В.П., Гаврилова А.Р., Матуль М.М. Методика определения МДА в сыворотке крови // Вопр. мед. хим. — 1987. — № 1. — С. 118-122.

15. Корольюк М.А., Иванов Л.А., Майорова И.Г. Методы определения активности каталазы // Лаб. дело. — 1988. — № 1. — С. 16-19.

16. Чевари С., Андял М., Штенгер Я. Определение анти-

оксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // Лаб. дело. — 1991. — № 10. — С. 9-13.

17. Власова С.Н., Шабунина Е.Ш., Переслегина И.А. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей // Лаб. дело. — 1990. — С. 119-120.

18. Лакин Г.Ф. Биометрия. 3-е изд. — М.: Высшая школа, 1980. — 293 с.

19. Карпенко Н.А. Половое поведение самцов крыс при тироксиновом токсикозе // Физиол. журн. СССР. — 1990. — Т. 76, № 3. — С. 304-306.

20. Карпенко Н.А. Сексуальная функция самцов крыс, подвергнутых действию комплекса факторов зоны отчуждения ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2000. — Т. 40, № 1. — С. 86-91.

21. Мойсеенко М.І., Серкіз Я.І., Дрозд І.П. та ін. Радіогенні зміни складових ліпідів і ліпопротеїнів плазми крові, спричинені різними режимами опромінення тварин / Чорнобиль. Зона відчуження: зб. наук. праць НАНУ. — К.: Наукова думка, 2001. — С. 531-533.

22. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. — М.: Медицина, 1991. — 464 с.

23. Кудяшева А.Г., Таскаев А.И. Оценка последствий Чернобыльской аварии для природных популяций животных // Двадцать лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее: докл. междунар. конф. (24-26 апр. 2006 г., Киев). — К., 2006. — С. 332-326.

24. Вплив радіаційного фактора Чорнобильської зони відчуження на організм тварин / За ред. Я.І. Серкіза, М.Ю. Аlesiної. — К.: Атіка, 2006. — 320 с.

25. Варга С.В., Синицын П.В., Тарасенко Л.В. и др. Функциональная активность гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы у самцов крыс в отдаленные сроки после рентгеновского облучения // Радиобиология. — 1993. — Т. 33, вып. 3. — С. 337-341.

26. Мамина В.П. Роль половых гормонов в регуляции процессов сперматогенеза у различных линий мышей, подвергнутых облучению гамма-квантами в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкол. — 1994. — Т. 34, № 6. — С. 774-781.



НАШІ ЮВІЛЯРИ

ВІДКРИВАЮЧИ НОВІ ГОРИЗОНТИ

ДО ЮВІЛЕЮ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО-МІКРОБІОЛОГА Л.В. ГРИГОР'ЄВОЇ

18 ЖОВТНЯ 2008 р. виповнилося 80 років від дня народження Людмили Володимирівни Григор'євої, доктора медичних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, наукова діяльність якої є вагомим внеском у розвиток вітчизняної санітарної мікробіології.

Людмила Володимирівна 1951 року закінчила Чернівецький медичний інститут і відразу вступила до аспірантури на кафедру мікробіології. Після її успішного закінчення 1956 року захистила кандидатську дисертацію й розпочала плідну науково-педагогічну діяльність