

Мотрина О. А.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
НАМН України», м. Київ, Україна*

Горбань Л. В.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
НАМН України», м. Київ, Україна*

Саковська Л. В.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
НАМН України», м. Київ, Україна*

Клепко А. В.,

канд. біол. наук, ст. н. с.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
НАМН України», м. Київ, Україна*

Андрейченко С. В.,

д-р біол. наук, професор,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
НАМН України», м. Київ, Україна*

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ВАГИ ТІЛА ТА ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ СПЕРМОПРОДУКУЮЧИХ ОРГАНІВ ЗА УМОВ ЛОКАЛЬНОГО ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ ЩУРІВ

Досліджували вплив локального опромінення ділянки тазу білих щурів в дозах 1–18 Гр на подальший їх розвиток в пострадіаційний період протягом 30 тижнів, перебіг сперматогенезу та спермопродукцію, а також утворення життєздатних і морфологічно нормальних сперматозоїдів внаслідок сперміогенезу. Встановлено, що радіація майже не впливала на вагу тіла тварин, тоді як суттєво пригнічувала розвиток тестикул, епідидимісів та вентральної простати при дозах вище 7 Гр у період з 7 по 30 тижнів після опромінення. Показано, що вказаний ефект радіації на спермопродукуючі органи супроводжувався пригніченням сперматогенезу та спермоутворення, а також негативно впливав на появу життєздатних сперматозоїдів без морфологічної патології. Показано, що доза 1 Гр не спричиняла помітних негативних ефектів на статеві органи та сперматозоїди, а в епідидимісах зумовила навіть появу гормезисного ефекту.

Ключові слова: *локальне опромінення; тести кули; простата; епідидиміти; сперматогенез; сперматозоїди.*

Забруднення навколишнього середовища радіонуклідами, використання рентгенівських установок в сучасній медицині та біології, застосування радіоактивних ізотопів в діагностичних та дослідницьких цілях призводить до підвищення сумарного радіаційного навантаження на організм, і загалом негативно впливає на реалізацію репродуктивної функції [1; 2]. В цьому зв'язку встановлено, що іонізуюча радіація є найбільш шкідливою для метаболічно активних тканин і особливо тих клітин, що знаходяться на стадії поділу. Оскільки чоловіча репродуктивна система та недиференційовані і малодиференційовані гермінативні клітини, що перебувають у фазі регенерації та диференціації, належать саме до такої категорії, то при короткому або довготривалому їх контакті з іонізуючою радіацією в них можуть виникати різної складності радіаційні пошкодження [3; 4].

В роботах [5–8] досліджували дію іонізуючої радіації на сперматогенез у мишей та щурів. Так, вияви-

лось, що сперматозоїди мишей після опромінення в дозах 1–65 Гр зберігають рухливість, причому опромінення в дозах до 150 Гр не перешкоджає входженню ядер сперматозоїдів в яйцеклітину та утворенню двох пронуклеусів та полярних тілець. Натомість, опромінення негативно позначалось на розвитку зиготи, зумовлюючи затримку дроблення, а також ембріональну загибель. При опроміненні в дозі 8 Гр було виявлено лише 9,5 % живонароджених мишей у порівнянні з 90,5 % у контролі. Водночас, при опроміненні сперматозоїди в дозі в 10 Гр народження потомків взагалі не спостерігалось. Аналогічні дані були отримані і для кролей [9; 10].

В роботі [11] показано, що пряме опромінення чоловічих гонад у малих дозах впливає на гермінативний епітелій, причому опромінення в дозі вище за 0,1 Гр спричиняло появу олігозооспермії, яка була зворотною. Дози вище за 0,35 Гр зумовлювали настання зворотної азооспермії, причому час, необхід-

ний для відновлення нормальної спермопродукції, збільшувався із зростанням дози опромінення. Тому, при опроміненні в дозах вище 2 Гр аспермії ставала перманентною. Встановлено, що високі дози опромінення (більше 15 Гр) пошкоджують тестостерон-продукуючі клітин Лейдига. Слід враховувати, що радіочутливість гермінативних клітин залежить від віку та статевої зрілості організму [12].

Аналіз даних літератури щодо спадкових ефектів радіаційних впливів на самців свідчить про те, що поряд з величиною та потужністю дози опромінення принципове значення має стадія сперматогенезу у момент радіаційного впливу, і це явище носить характер загальної біологічної закономірності. Підсумовуючи накопичені експериментальні дані щодо цього питання, В. А. Шевченко та М. Д. Померанцева показали, що між динамікою загибелі ембріонів потомства першого покоління опромінених самців та виходом хромосомних аберацій при опроміненні їх статевих клітин на різних стадіях сперматогенезу існує тісний зв'язок, оскільки ембріони гинуть переважно через порушення генетичного апарату клітин, в основі якого лежать домінуючі летальні мутації [13].

Численні дослідження змін у сім'яниках виявили в статевих клітинах різні пострадіаційні морфологічні і цитогенетичні ураження. Зокрема, експерименти з хронічним опроміненням собак (в дозах 0,006; 0,0017 і 0,0034 Гр на добу впродовж 6 років) показали, що така дія малих доз призводить до помітного зниження спермопродукції, що зумовлено як порушенням процесів регенерації та диференціації гермінативного епітелію, так і гормональної регуляції через зміни функціональної напруги в гіпоталамо-гіпофізарно-гонадній гормональній осі [14; 15].

Чисельні дослідження встановили, що видова радіочутливість чоловічих статевих клітин підвищується у наступному порядку: макака-резус → золотистий хом'ячок → китайський хом'ячок → мурчак → кролик → миша → людина → щур [16].

Таким чином, проведення досліджень у напрямку з'ясування радіаційно-індукованих змін спермопродукуючої функції генеративного епітелію на моделі експериментальних тварин є важливим допоміжним засобом не тільки для з'ясування спектру типових пошкоджень сперматогенезу та фертилізаційних властивостей сперматозоїдів, а також сприяє ідентифікації та локалізації критичної мішені у репродуктивній системі як першопричини розвитку статевих вад.

Метою дослідження було вивчення дії локального опромінення тазової ділянки щурів на подальший розвиток тварин, органів їх статевої системи, перебіг сперматогенезу та спермопродукцію в різні пострадіаційні терміни.

Матеріали та методи дослідження. Експерименти були проведені на статевозрілих білих лабораторних щурах віком у 2,5 місяці. Тварин утримували на штучному світловому дні (12-годинний день/12-годинна ніч) та звичайному харчовому раціоні, що складався з сухого корму та питної води в необхідній кількості. Експерименти здійснено у відповідності до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях.

Локальне опромінення тестикул тварин здійснювали на установці «РОКУС» (джерело гамма-квантів – ^{60}Co ; потужність поглинутої дози 106,6 сГр/хв) в дозах 1,0; 7,0; 12,0 та 18,0 Гр. Все тіло тварин, окрім тазової частини, було захищене свинцевим жилетом. Тварин декапітували через 1, 7, 15 та 30 тижнів після локального опромінення. Поглинута доза гамма-радіації вимірювалась за допомогою сульфату заліза з використанням тваринного фантому.

Після опромінення в певні пострадіаційні терміни відбирали по 6 тварин разом з чотирма контрольними щурами, їх зважували, а потім декапітували за допомогою гільйотини під легким ефірним наркозом. З відпрепарованих тварин отримували сироватку крові, тестикули, епідидиміси та вентральну простату, котрі згодом зважували і використовували в подальших експериментах. Тестикулярний індекс (ТІ) визначали шляхом поділу середньої ваги тестикули на вагу тіла.

Для проведення світлової мікроскопії попередньо готували суспензію сперматозоїдів. З цієї метою з надрізаних епідидимісів паличкою видували сперматозоїди в ізотонічний розчин NaCl. Отриману суспензію відділяли від епідидимісів фільтруванням через металеву сіточку, після чого ретельно перемішували.

Вітальні препарати сперматозоїдів готували шляхом нанесення краплі суспензії сперматозоїдів на предметне скло, додавали водний розчин, що містив еозин (0,25 %), нігрозин (10 %) та хлорид натрію (0,9 %), після чого його накривали покривним скельцем та визначали життєздатність сперматозоїдів на збільшенні $\times 400$ під світловим мікроскопом.

При оцінюванні морфології сперматозоїда мазки сперми забарвлювали по методу Папаніколау. Сперматозоїди вважали нормальними, якщо їх структура відповідала визнаним стандартам і не було помічено ніяких дефектів у головці, хвості, шийці та центральній частині. Крім того, голівка мала мати овальну форму з чітко окресленою акросомою [17].

Визначення кількості спермів у тестикулах проводили по методиці [18]. Згідно з протоколом, декапсульовані тестикули спочатку подрібнювали, а потім гомогенізували 2 хв на максимальній швидкості лабораторних блендерів у суміші, що складалась з 150 мМ NaCl, 3,8 мМ NaN_3 та 0,05 % Тритону X-100 (v/v). Тестикулярний гомогенат зберігали при 5 °C одну добу. Протягом цього періоду проводили підрахунок голівок сперматид, що залишились у розчині. Доведено, що лише сперматида 17–19 стадій сперміогенезу, котрі спостерігаються протягом IV–VIII стадій циклу сперматогенного епітелію, здатні протистояти не тільки руйнівній силі турбулентних потоків, що виникають при швидкому обертанні блендерів у водному середовищі, але й сольобілізації мембран Тритоном X-100.

Загальну кількість резистентних до гомогенізації сперматид визначали за допомогою камери Горяєва та фазово-контрасної мікроскопії. Загальну кількість сперматозоїдів в епідидимісі визначали аналогічним чином після його гомогенізації у фізіологічному розчині разом з NaN_3 та Тритоном X-100. Денну продукцію сперматозоїдів яєчком підраховували шляхом поділу загальної кількості турбулентнорезистентних

спермій у тестикулі на тривалість їх знаходження там, котра дорівнює для щурів 6,1 діб [19].

Порівняння даних для різних груп проводили із застосуванням дисперсійного аналізу «ANOVA» та непарного теста Стьюдента з поправкою Бонфероні [20]. Довірчі інтервали для середніх значень визначали за допомогою t-критерію при $p = 0,95$ на підставі підрахунку стандартної похибки. Основу статистичної обробки складали двобічні криві розподілу випадкових даних. Відмінності вважали статистично значущими при $p \leq 0,05$. Аналіз отриманих даних проведено за допомогою сучасних комп'ютерних технологій з використанням пакету програм STATISTIKA 6.0 (StatSoft 2001) та Microsoft Excell 2000.

Результати та їх обговорення. Експерименти встановили відсутність будь-яких помітних відмінностей у вазі тіла між групою контрольних тварин та локально опроміненими щурами в області ділянки таза в дозах 1 та 7 Гр в різні терміни пострадіаційного періоду (рис. 1А). Лише при дозі в 18 Гр різниця у середній вазі тіла між контрольною та опроміненою групами тварин починала становити 10 % на 15-й тиждень та згодом досягала 17 % на 30-й тиждень після опромінення. В перші 7 тижнів відмінності між групами були в межах стандартної похибки.

Слід зауважити, що після опромінення в дозі 1 Гр в перші 15 тижнів ніякої різниці між дослідною та контрольною групами в середній вазі тіла тварин помічено не було. В той же час на 30 тиждень дослідні тварини дещо перевищували у вазі тіла контрольних тварин, хоча і не на статистично значущому рівні. При опроміненні в дозі 12 Гр максимальна різниця у середній вазі тіла в 9 % була зафіксована на 15 тиждень пострадіаційного періоду, причому далі з перебігом часу вона лише зменшувалась.

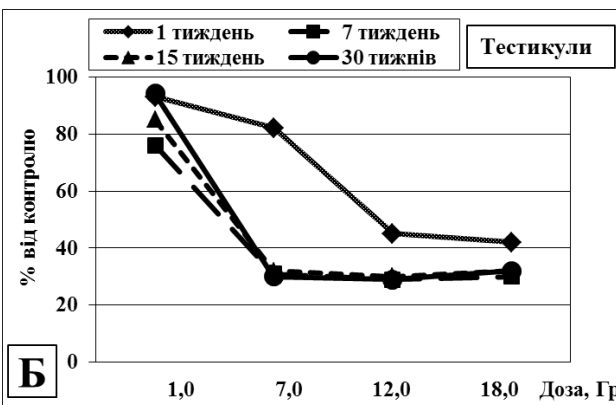
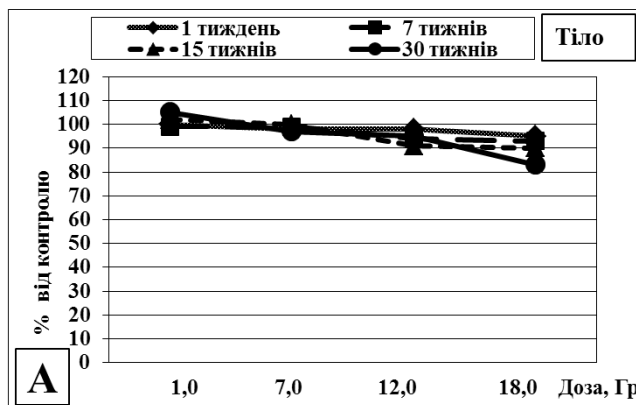
Тестикули виявились більш радіочутливими до дії локального гамма-опромінення, ніж самі щури (рис. 1Б). Протягом першого тижня після опромінення спостерігалось зменшення маси тестикул майже в лінійній залежності в діапазоні доз 1–12 Гр, після чого в інтервалі доз 12–18 Гр цей показник залишався на одному рівні. При дозі в 1 Гр маса тестикул набула найменшого значення на 7 тиждень після опромінення, а потім почала поступово зростати. В діапазоні доз 7–18 Гр відмічено відсутність змін у вазі тестикул з 7 по

30 тиждень, причому в цей період середня вага тестикул у дослідних тварин дорівнювала приблизно 30 % контрольної величини. Важливо зазначити, що при дозах 7, 12 та 18 Гр показник набував найменшого значення на 7 тиждень, а потім залишався на цьому рівні аж до 30 тижня.

В той же час епідидиміси показали дещо відмінну дозову залежність (рис. 1 В). Так, в перший тиждень спостерігалось спочатку зростання середньої ваги епідидимісів до 105 % контролю в інтервалі 1–7 Гр, після чого показник почав швидко зменшуватись зі збільшенням дози до 18 Гр. На 15 тиждень при дозі в 1 Гр помічено зростання середньої маси епідидимісів до 120 % контролю. Однак на 30-й тиждень пострадіаційного періоду цей показник повертався на контрольний рівень. При дозі в 7 Гр вага епідидимісів продовжувала зростати протягом 7 тижнів і набувала найбільшого значення в 120 % контролю. В наступні терміни – 15 та 30 тижнів – показник поступово знизився до 68 % та 74 % контролю, відповідно. Значне зменшення середньої маси епідидимісів спостерігалось при дозах в 12 та 18 Гр, особливо у період з 7 по 30 тиждень пострадіаційного періоду, коли цей показник знаходився в межах 40–60 % контрольної величини.

Середня вага вентральної простати в перший тиждень після опромінення зменшилась на 8 % лише для дози в 18 Гр, а для інших доз залишилась на контрольному рівні. В наступні терміни – 7, 15, 30 тижнів – цей показник майже лінійно починав зменшуватись зі збільшенням дози опромінення в діапазоні 1–18 Гр (рис. 1Г).

Аналіз тестикулярного індексу показав (рис. 2), що в перший тиждень після опромінення він спочатку знизився і досяг мінімального значення при дозі в 7 Гр, а потім, з ростом дози почав збільшуватись причому при дозі в 18 Гр цей показник вже знаходився на контрольному рівні. При дозі в 1 Гр відмічено поступове зменшення ТІ до 70 % та 40 % контролю на 7 та 15 тиждень, відповідно. У період з 15 по 30 тиждень цей показник вже не змінювався. В діапазоні доз 7–12 Гр виявлено сталість ТІ і його знаходження на найнижчому рівні у період з 7 по 30 тиждень. При дозі в 18 Гр ТІ дещо збільшився, але все одно у вищенаведений термін (7–30 тижнів) знаходився в межах 30–40 % контролю.



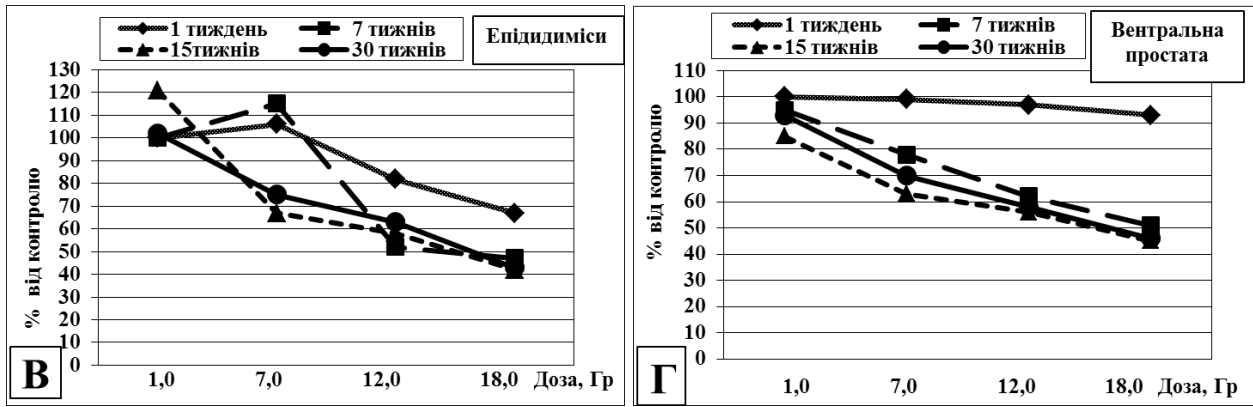


Рис. 1. Вплив локального гамма-опромінення тестикул щурів в дозах 1,0–18,0 Гр на вагу тіла щурів (А) та розвиток їх спермопродуючих органів (тестикули (Б), епідідиміси (В), вентральна простата (Г)) в різні пострадіаційні терміни

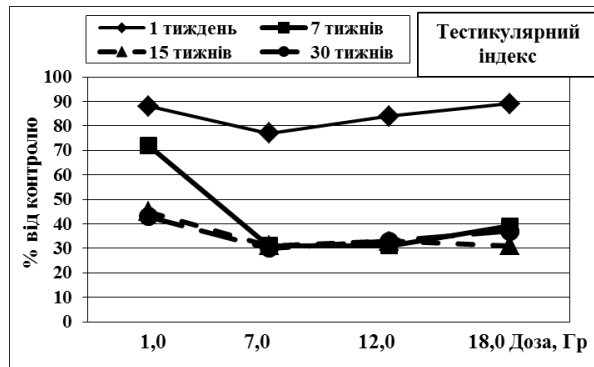


Рис. 2. Вплив локального гамма-опромінення тестикул щурів в дозах 1,0–18,0 Гр на зміни тестикулярного індексу щурів в різні пострадіаційні терміни

Утворення сперматозоїдів в тестикулах при дозі в 1 Гр дещо знизилось на 7 тиждень після опромінення, хоча і не на статистично достовірному рівні, а в усі інші терміни знаходилось приблизно на рівні контролю. При зростанні дози опромінення до 7 Гр кількість утворених сперматозоїдів падала майже в 2 рази, а

відтак при збільшенні дози до 12 Гр, 18 Гр, відповідно, ставала взагалі на 2 порядки нижчою ніж в контролі. В діапазоні доз 7–18 Гр у період з 7 по 30 тиждень після опромінення утворення сперматозоїдів було мінімальним і не перевищувало 10^5 клітин на тестикул (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив локального гамма-опромінення тестикул щурів на продукцію сперматозоїдів та їх виживання

Параметр	Доза, Gy	Тривалість пострадіаційного періоду, тижні			
		1	7	15	30
Загальна кількість сперматозоїдів в яечку, $\times 10^6$ клітин	Контроль	180 \pm 31	222 \pm 24	241 \pm 46	295 \pm 39
	1,0	177 \pm 25	173 \pm 29	226 \pm 34	301 \pm 44
	7,0	99 \pm 18	0,0023 \pm 0,0018*	0,099 \pm 0,008*	0,024 \pm 0,007*
	12,0	1,39 \pm 0,03*	0,0015 \pm 0,0009*	0,0068 \pm 0,0017*	0,0399 \pm 0,0014*
	18,0	0,54 \pm 0,06*	0,0003 \pm 0,0001*	0,0011 \pm 0,0007*	0,0047 \pm 0,0005*
Денна продукція сперматозоїдів тестикулами, $\times 10^6$ клітин	Контроль	29,6 \pm 0,5	36,4 \pm 0,7	39,5 \pm 0,6	48,3 \pm 0,7
	1,0	29,0 \pm 0,5	28,4 \pm 0,7*	37,0 \pm 0,4*	49,3 \pm 0,9
	7,0	16,2 \pm 0,4	0,0304 \pm 0,00014*	0,016 \pm 0,009*	0,0040 \pm 0,0008*
	12,0	0,23 \pm 0,07*	0,0002 \pm 0,0001*	0,0011 \pm 0,0006*	0,0065 \pm 0,0007*
	18,0	0,089 \pm 0,003*	0,00005 \pm 0,00002*	0,0002 \pm 0,0001*	0,0008 \pm 0,0002*
Загальна кількість сперматозоїдів в епідідимісі, $\times 10^6$ клітин	Контроль	240 \pm 38	295 \pm 44	320 \pm 37	392 \pm 43
	1,0	235 \pm 41	230 \pm 36	300 \pm 31	400 \pm 62
	7,0	131 \pm 24*	0,003 \pm 0,001*	0,131 \pm 0,011*	0,032 \pm 0,0011*
	12,0	1,85 \pm 0,19*	0,002 \pm 0,001*	0,009 \pm 0,005*	0,053 \pm 0,009*
	18,0	0,72 \pm 0,07*	0,0004 \pm 0,0003*	0,0015 \pm 0,0008*	0,0063 \pm 0,0007*
Середня кількість життєздатних сперматозоїдів в епідідимісі, $\times 10^6$ клітин	Контроль	223 \pm 33	265 \pm 42	272 \pm 38	349 \pm 47
	1,0	191 \pm 21	172 \pm 34	235 \pm 37	360 \pm 52
	7,0	32 \pm 5	0,0002 \pm 0,0001*	0,0025 \pm 0,0013*	0,0051 \pm 0,0009*
	12,0	0,51 \pm 0,11*	0*	0*	0*
	18,0	0*	0*	0*	0*

* статистично достовірні розбіжності з контролем $p \leq 0,05$

Денна продукція сперматозоїдів тестикулами після локального опромінення щурів в дозі 1 Гр в 1 тиждень була однаковою з контролем, на 7 та 15 тиждень дещо знизилась, а на 30 тиждень знов досягла контрольного рівня. В діапазоні доз 7–18 Гр спермопродукція зменшувалась в усі терміни пострадіаційного періоду, тому на 30 тиждень ставала мінімальною.

Загальна кількість сперматозоїдів в епідидимісах не відрізнялась від контролю в усі терміни пострадіаційного періоду при дозі в 1 Гр. Збільшення дози опромінення поступово призвело до падіння загальної кількості сперматозоїдів в епідидимісі з $131 \pm 24 \times 10^6$ при дозі в 7 Гр до рівня $0,5 \times 10^6$ клітин при дозі в 18 Гр протягом першого тижня. В наступні терміни цей показник ще більше зменшився, тому на 30 тиж-

день загальна кількість сперматозоїдів в епідидимісах ставала мінімальною (див. табл. 1).

Аналіз життєздатності епідидимальних сперматозоїдів показав, що вони починають швидко втрачати життєздатність вже при дозі в 12 Гр, тому при 18 Гр взагалі не було знайдено життєздатних сперматозоїдів в епідидимісах протягом всього пострадіаційного періоду тривалістю в 30 тижнів.

При аналізі спектру морфологічних аномалій в сперматозоїдах було з'ясовано, що при дозі в 1 Гр аномальні сперматозоїди вони не перевищували 25 % загальної кількості клітин, причому в кінці пострадіаційного періоду цей показник вже був на контрольному рівні (рис. 3). При дозі в 7 Гр в перший тиждень кількість дефектних сперматозоїдів дорівнювала 60 %, але в наступні терміни збільшилась до 85 %.

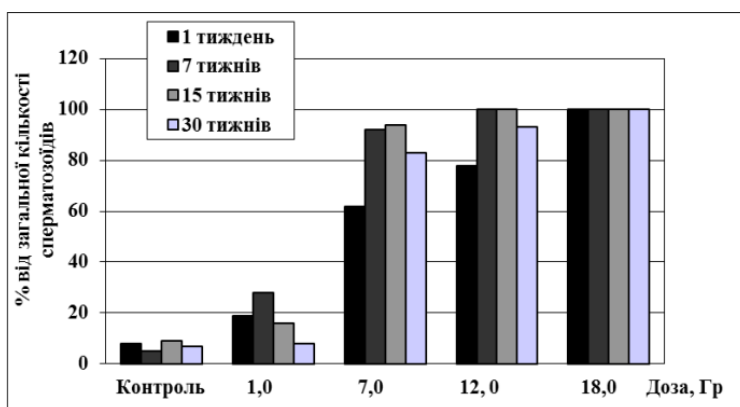


Рис. 3. Динаміка розвитку морфологічних аномалій в сперматозоїдах після локального гамма-опромінення тестикул щурів в різні терміни пострадіаційного періоду

При 12 Гр в перший тиждень було знайдено до 20 % морфологічно нормальних сперматозоїдів, тоді як в наступні терміни 7 та 15 тижн. їх кількість впала до нуля, хоча на 30-й тиждень вдалось все ж таки помітити до 8 % непошкоджених сперматозоїдів. При дозі в 18 Гр в усі терміни пострадіаційного періоду спостерігались лише аномальні сперматозоїди.

Висновки.

1. Встановлено, що локальне опромінення тазової частини тіла білих щурів гамма-променями ^{60}Co не впливало суттєво на вагу та розвиток тварин протягом перших 15 тижнів після опромінення в дозах 1–18 Гр, тоді як наступні 15 тижнів зумовили зменшення ваги тіла опромінених щурів порівняно з контролем на 17 % лише при дозі 18 Гр.

2. Локальне гамма-опромінення статевих органів в різних дозах 1–18 Гр спричинило поступове дозозалежне зменшення ваги тестикул та вентральної простати протягом наступних 30 тижнів після опромінення.

3. Дози в 1 та 7 Гр зумовили появу тимчасового гормезисного ефекту на епідидимісі на 15 та 7 тиждень після опромінення, відповідно. Водночас при дозах більше 7 Гр спостерігалось поступове зменшення ваги епідидимісів до мінімального сталого значен-

ня в 40–50 % контрольної величини у період з 7 по 30 тиждень після опромінення.

4. Локальне гамма-опромінення тазової ділянки щурів в дозах 7–18 Гр спричинило спочатку часткове пригнічення утворення сперматозоїдів тестикулами та загальмувало їх надходження до епідидимісів в перший тиждень після опромінення. Однак наступний період (7–30 тижнів) спермопродукція стала мізерною без будь-якої тенденції до відновлення. Водночас опромінення в дозі 1 Гр ніяким чином не позначилось на продукції сперматозоїдів тестикулами та їх міграції до епідидимісів в усі терміни пострадіаційного періоду.

5. Встановлено, що доза в 1 Гр зумовила часткове зменшення кількості життєздатних сперматозоїдів та збільшення морфологічно аномальних сперматозоїдів протягом перших 15 тижнів після опромінення. На 30 тиждень відбулось повне відновлення утворення життєздатних морфологічно нормальних сперматозоїдів. Збільшення дози опромінення спочатку до 7 Гр, а потім до 12 Гр та 18 Гр, відповідно, спричинило різке зменшення життєздатних сперматозоїдів та збільшення їх аномальності в пострадіаційний період, причому при дозі в 18 Гр взагалі не було помічено як життєздатних, так і морфологічно нормальних сперматозоїдів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко О. М. Тиреоїдна та репродуктивна системи в дітей, опромінених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, та нащадків постраждалих батьків / О. М. Коваленко, О. В. Копилова, Д. Є. Афанасьєв // Медичні наслідки Чорнобильської

- катастрофи: 1986–2011 / за ред. А. М. Сердюка, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. – Тернопіль : ТДМУ, 2011. – Розділ 3.9 – С. 797–824.
2. Вплив іонізуючого випромінювання на морфофункціональний стан гіпофізарно-гонадної системи самок щурів / Л. П. Дерв'янюк [та ін.] // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2011. – Вип. 16. – С. 277–284.
 3. Occupational exposures and male infertility / C. R. Garcia [et al.] // American Journal of Epidemiology. – 2005. – Vol. 162, N 8. – P. 729–733.
 4. Effect of chemo- or radiotherapy on sperm parameters of testicular cancer patients / L. Gandini [et al.] // Human Reproduction. – 2006. – Vol. 21, N 11. – P. 2882–2889.
 5. Ahmadi A., Ng S.-Ch. (1997) Fertilization and development of mouse oocytes injected with membrane-damaged spermatozoa. Hum. Reprod., 12(12). – P. 2797–2801.
 6. Ahmadi A., Ng S.-Ch. (1999) Developmental capacity of damage spermatozoa. Hum. Reprod., 14(9). – P. 2279–2285.
 7. Ahmadi A., Ng S.-Ch. (1999) Fertilizing ability of DNA-damage spermatozoa. J. Exper. Zool., 284. – P. 696–704.
 8. Makinta M. J., Brinders J. M., Smith K. M. (2005) Radiation exposure exerts its adverse effects on sperm maturation through estrogen-induced hypothalamohypophyseal axis inhibition in rats. Afr Zool., 40(2). – P. 243–251.
 9. Georgieva S. Effect of external gamma irradiation on rabbit spermatogenesis / S. Georgieva // Trakia J. Scien. – 2006. – Vol. 4, № 1. – P. 22–26.
 10. Nuzhdin N. I., Nizhnik G. V. (1970) Compare of effectiveness of spermatozoa acute and fractioned irradiation on the rabbit prenatal death. Proceed. Nation. Acad. USSA, 198(5). – P. 1211–1213.
 11. Rowley M. J., Leach D. R., Warner G. A., Heller C. G. (1974) Effect of graded doses of ionizing radiation on the human testis. Radiat. Res., 59. – P. 665–678.
 12. Leydig-cell function in children after direct testicular irradiation for acute lymphoblastic leukaemia / R. Brauner, P. Czernichow, P. Cramer [et al.] // N. Engl. J. Med. – 1983. – Vol. 309. – P. 25–28.
 13. Pomerantseva M. D., Ramaiya L. K., Chekhovich A. V. (1997) Genetic disorders in house mouse germ cells after the Chernobyl catastrophe. Mutat. Res., 381. – P. 97–103.
 14. Кондратенко В. Г. Действие малых доз радиации на сперматогенез / В. Г. Кондратенко, Л. Ф. Ганзенко // Радиобиология. – 1975. – Т. XV, Вып. 6. – С. 861–865.
 15. Федорова Н. Л. Оценка функциональной активности семенников собак при хроническом γ -облучении в течении шести лет / Н. Л. Федорова // Радиобиология. – 1976. – Т. XVI, Вып. 5. – С. 727–731.
 16. Bushong S. C. Radiation science for technologists: physics, biology and protection. 8th ed. Elsevier : Elsevier Mosby, 2004. – 638 p.
 17. World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen / [5th ed.] – Geneva : World Health Organization Press, 2010. – 286 p.
 18. Blazak W. F. Application of testicular sperm head counts in the assessment of male reproductive toxicity / W. F. Blazak, K. A. Treinen, P. E. Juniewicz // In: Methods in Toxicology / Eds. R. E. Chapin, J. J. Heindel. – San Diego : Academic Press, 1993. – Vol. 3. – Pt. A. Male Reproductive Toxicology. – P. 86–94.
 19. Amann R. P. Daily spermatozoal production, epididymal spermatozoal reserves and transit time of spermatozoa through the epididymis of the rhesus monkey / R. P. Amann, L. Johnson, D. L. Thompson, B. W. Pickett // Biol. Reprod. – 1976. – Vol. 15. – P. 586–592.
 20. Bland M. An introduction to medical statistics. – 3rd edition / M. Bland. – Oxford : Oxford Univ. Press, 2007. – 405 p.

**А. А. Мотрина, Л. В. Горбань, Л. В. Саковская,
А. В. Клепко, С. В. Андрейченко,**

ГУ «Национальный научный центр радиационной медицины АМН Украины», г. Киев, Украина.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕСА ТЕЛА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СПЕРМОПРОДУЦИРУЮЩИХ ОРГАНОВ В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ КРЫС

Исследовали влияние локального облучения участка таза белых крыс в дозах 1–18 Гр на дальнейшее их развитие в пострадиационный период в течение 30 недель, ход сперматогенеза и спермопродукцию, а также образования жизнеспособных и морфологически нормальных сперматозоидов в результате спермиогенеза. Установлено, что радиация почти не влияла на вес тела животных, а существенно подавляла развитие тестикул, эпидидимисов и вентральной простаты при дозах выше 7 гр В период с 7 по 30 неделю после облучения. Показано, что указанный эффект радиации на спермопродуцирующие органы сопровождался угнетением сперматогенеза и спермообразования, а также негативно влиял на появление жизнеспособных сперматозоидов без морфологической патологии. Показано, что доза 1 декабрия не вызывало заметных негативных эффектов на половые органы и сперматозоиды, а в эпидидимисах обусловила даже появление гормезисного эффекта.

Ключевые слова: локальное облучение; тесты нули; простата; эпидидимиты; сперматогенез; сперматозоиды.

**О. А. Motryna, L. V. Gorban., S. I. Sakovska,
A. V. Klepko, S. V. Andreichenko,**

National Research Center for Radiation Medicine AMS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE CHANGES IN BODY WEIGHT AND PHYSIOLOGICAL STATE THAT PRODUCT SPERM LOCAL CONDITIONS OF GAMMA RADIATION RATS

We investigated the effect of local irradiation areas pelvis white rats at doses of 1–18 Gy to further their development in post-radiation period for 30 weeks, the course of spermatogenesis and semen, and the formation of viable and morphologically normal spermatozoa due spermiohenezu. It was established that radiation almost no effect on body weight of animals, while significantly

suppressed the development of testicles, epididymis and ventral prostate at doses above 7 December between 7 to 30 weeks after exposure. It is shown that the said effect of radiation on spermatogenesis accompanied by inhibition of spermatogenesis and pathology. It is shown that the dose Dec. 1 caused no significant adverse effects on reproductive organs and sperm, and even caused the appearance of epididymis hormone effect.

Key words: local exposure; testis molecule; prostate; epididymitis; spermatogenesis; sperm.

© Мотрина О. А., Горбань Л. В., Саковська Л. В.,
Клепко А. В., Андрейченко С. В., 2016

Дата надходження статті до редколегії 28.11.2016