

Вивчення ефективності фотонно-магнітної терапії для профілактики та лікування експериментальних місцевих променевиx ушкоджень шкіри

Повідомлення I.

Особливості перебігу променевиx дерматитів у щурів при спонтанному загоюванні та при застосуванні фотонно-магнітної терапії

Л.І. Сімонова,
Л.В. Білогурова,
В.З. Гертман,
О.М. Куров

ДУ Інститут медичної
радіології ім. С.П. Григор'єва
НАМН України, Харків

Investigation of photon-magnetic therapy efficacy in prevention and treatment of experimental local radiation skin lesions Communication 1.

The peculiarities of the course of radiation dermatitis in rats at spontaneous healing and at application of photon-magnetic therapy

Цель работы: Экспериментальное исследование влияния фотонно-магнитной терапии на развитие местных лучевых повреждений кожи у крыс.

Материалы и методы: Эксперимент проведен на белых крысах-самцах линии Вистар, которым на рентгеновском аппарате облучали участок кожи на бедре в дозе 50,0 Гр. Фотонно-магнитная терапия (ФМТ) на облученную зону проводилась при помощи матричного прибора «Барва-Флекс/Маг». Лечение животных начинали вскоре после локального облучения, сеансы ФМТ осуществлялись 2 раза в сутки по 20 мин. Курс лечения составил 2 недели. Наблюдение за общим состоянием животных и развитием местного лучевого повреждения (МЛП) кожи проводили на протяжении 3 месяцев в контрольной группе со спонтанным заживлением МЛП и в группе с ФМТ.

Результаты: Локальное облучение в дозе 50,0 Гр вызывало у животных развитие сухих (68 %) и влажных (16 %) лучевых дерматитов, спонтанное заживление которых начиналось не раньше 30-х суток. С применением ФМТ значительно сокращалась частота развития лучевых дерматитов, можно было полностью предотвратить развитие влажного дерматита. У животных после ФМТ значительно раньше (на 1,5 недели) полностью наступало заживление лучевого повреждения кожи и отмечалась полноценная эпителизация раны с качественным восстановлением шерстного покрова. Позитивным эффектом действия ФМТ можно считать снижение в несколько раз макроскопических признаков развития отдаленных лучевых повреждений кожи.

Выводы: Локальное рентгеновское облучение крыс в дозе 50,0 Гр вызывало развитие лучевых дерматитов, что в отдаленный период приводило к неполноценному заживлению кожи с образованием рубцов и неполным восстановлением шерстного покрова.

Применение ФМТ положительно влияло на заживление лучевых повреждений кожи у локально облученных крыс, вызывало облегчение или исчезновение проявлений основных цепей метаморфоза раневой зоны, что способствовало ускорению регенераторных процессов и позволяло предотвратить развитие пострадиационных отдаленных последствий облучения.

Ключевые слова: фотонно-магнитная терапия, рентгеновское облучение, местные лучевые повреждения кожи, лучевые дерматиты.

Objective: To investigate experimentally the influence of photon-magnetic therapy on development of local radiation lesions on the skin in rats.

Material and Methods: The experiment was performed on white male Wistar rats in which an area of the skin on the thigh was exposed to x-rays of an x-ray unit at a dose of 50.0 Gy. Photon-magnetic therapy (PMT) was delivered to the exposed zone using a matrix device Barva Fleks/Mag. The treatment started immediately after the exposure, the sessions of PMT were administered twice a week 20 min each. The course of treatment lasted 2 weeks. The general state of the animals and development of local radiation lesions (LRL) were observed for 3 months in the controls with spontaneous healing and in the group of PMT.

Results: Local irradiation at a dose of 50.0 Gy caused development of dry (68%) and wet 16% radiation dermatitis, spontaneous healing of which started not earlier than day 30. Administration of PMT considerably reduced the incidence of radiation dermatitis, completely prevented development of wet dermatitis. The animals with PMT demonstrated earlier (by 1.5 week) healing of radiation skin lesions and full epithelization of the wound with sound restoration of the fleece. Reduction of the number of microscopic signs of development of long-term radiation lesions of the skin can be considered a positive sign.

Conclusion: Local x-ray exposure of the rats at a dose of 50.0 Gy caused development of radiation dermatitis with imperfect skin healing with scars and incomplete restoration of the fleece as a consequence. Administration of photon-magnetic therapy positively influenced healing of skin radiation lesions in locally irradiated animals. PMT resulted in reduction or disappearing of main links of metamorphosis of the wound area, which promoted acceleration of regeneration processes and allowed to prevent development of post-radiation long-term consequences of the exposure.

Key words: photon-magnetic therapy, x-rays, local radiation lesions of the skin, radiation dermatitis.

Мета роботи: Експериментальне дослідження впливу фотонно-магнітної терапії на розвиток місцевих променевих ушкоджень шкіри у щурів.

Матеріали і методи: Експеримент проведено на білих щурах-самцях лінії Вістар, яким на рентгенапараті опромінювали ділянку шкіри на стегні в дозі 50,0 Гр. Фотонно-магнітну терапію (ФМТ) на опромінену зону проводили за допомогою матричного приладу «Барва-Флекс/Маг». Лікування тварин починали незабаром після локального опромінення, сеанси ФМТ здійснювали двічі на добу по 20 хв. Курс лікування тривав 2 тижні. Спостереження за загальним станом тварин та розвитком місцевого променевого ушкодження (МПУ) шкіри проводили впродовж 3 місяців у контрольній групі зі спонтанним загоєнням МПУ та у групі з ФМТ.

Результати: Локальне опромінення в дозі 50,0 Гр викликало у тварин розвиток сухих (68 %) та вологих (16 %) променевих дерматитів, спонтанне загоювання яких починалося не раніше 30-ї доби. Застосування ФМТ значно зменшувало частість розвитку променевих дерматитів, повністю запобігало розвитку вологого дерматиту. У тварин з ФМТ значно раніше (на 1,5 тижня) наставало повне загоювання променевого ушкодження шкіри та повноцінна епітелізація рани з якісним відновленням шерстного покриву. Позитивним ефектом дії ФМТ можна вважати зниження у кілька разів макроскопічних ознак розвитку віддалених променевих ушкоджень шкіри.

Висновки: Локальне рентгенівське опромінення щурів у дозі 50,0 Гр викликало розвиток променевих дерматитів, наслідком чого у віддалений період було неповноцінне загоєння шкіри з рубцюванням та неповним відновленням шерстного покриву.

Застосування фотонно-магнітної терапії позитивно впливало на загоювання променевих ушкоджень шкіри у локально опроміненних щурів. ФМТ викликало полегшення або зникнення проявів основних ланцюгів метаморфозу ранової зони, що сприяло прискоренню регенераторних процесів і дозволяло запобігти розвиткові пострадіаційних віддалених наслідків опромінення.

Ключові слова: фотонно-магнітна терапія, рентгенівське опромінення, місцеві променеві ушкодження шкіри, променеві дерматити.

Променеві ушкодження шкіри нині трапляються досить часто як у медицині, так і при різних аварійних ситуаціях. Вони можуть виникати в різних галузях медичних досліджень, наприклад, при радіологічному контролі кардіохірургічних утручань. Однак найчастіше місцеві променеві ушкодження (МПУ) шкіри розвиваються при проведенні променевої терапії (ПТ) онкологічним хворим [1, 2]. У клінічній практиці запропоновано багато різних методів лікування та профілактики МПУ шкіри, проте ця проблема остаточно нерозв'язана. Особливу небезпеку становлять віддалені наслідки опромінення шкіри, тобто її пізні променеві ушкодження у вигляді фіброзу, який може виникати навіть через декілька років після ПТ. Для променевих фіброзів характерна втрата еластичності, огрубіння шкіри, формування рубців. Ефективної профілактики такої патології досі не існує [3].

У державній установі «ІМР ім. С.П. Григор'єва НАМН України» активно проводиться розробка та вдосконалення методів лікування МПУ, при цьому вивчається ефективність найсучасніших методів, зокрема фізичних [4–6]. На сьогодні проведено багато досліджень, в яких показано ефективність застосування фототерапії, в тому числі лазерної та магнітотерапії як методів супроводу протипухлинного лікування для оптимізації та корекції його можливих шкідливих побічних дій [7–9]. Односпрямовані лікувальні та профілактичні ефекти фотонної і магнітної терапії послужили підставою для поєднання впливу цих двох

фізичних методів. Поєднана фотонно-магнітна терапія, головним чином магнітолазерна, вже з успіхом застосовується при лікуванні деяких неонкологічних захворювань [10–12]. Утім, можливість використання для лікування та профілактики МПУ шкіри потоку фотонного випромінювання в оптичному діапазоні з дією постійного магнітного поля не вивчалися.

Отже, метою нашої роботи було експериментальне дослідження впливу фотонно-магнітної терапії на розвиток МПУ шкіри у щурів.

Методика дослідження

Дослідження проведені на 140 щурах-самцях лінії Вістар з масою тіла 180–200 г.

Локальне разове рентгенівське опромінення шкіри у дозі 50,0 Гр проводили на стегновій ділянці правої кінцівки тварини на рентгенотерапевтичному апараті РУМ-17. Умови опромінення щурів були такими: напруга на трубі $U = 120$ кВ, анодний струм $I = 13$ мА, без фільтра. Для проведення експерименту використовували спеціально виготовлений тубус діаметром 10 мм, при цьому площа опромінення складала приблизно 80 мм².

Фотонно-магнітну терапію (ФМТ) на опромінену шкіру щурів проводили за допомогою фотонно-магнітного приладу «Барва-Флекс/Маг». Ця установка складається з кількох окремих матриць у вигляді гнучких пластин, кожна з яких містить 24 фотодіоди певного кольору та доповнюється магнітною матрицею. Потужність випромінювання фотодіоду — 5 мВт, сумарна енергія на зону опромінення 2 Дж/см².

Магнітна матриця є пластиною розміром $120 \times 80 \times 5$ мм, яка містить 24 кільцевих магніти з індукцією одного магніту 300 мТл; вона має 24 круглі отвори, які збігаються з 24 фотодіодами фотонної матриці.

Лікування тварин починали незабаром після локального рентгенівського опромінення, сеанси ФМТ проводили двічі на добу по 20 хв. Курс лікування складав 2 тижні, у перший тиждень застосовували фотонно-магнітну матрицю червоного кольору ($\lambda_{\max} = 660$ нм), у другий — синього кольору ($\lambda_{\max} = 470$ нм).

Піддослідних щурів було розподілено на 3 групи: інтактних тварин (20 особин); контрольну (60 тварин) — щурів з локальним рентгенівським опроміненням стегнової ділянки в дозі 50,0 Гр; дослідну (60 тварин) — щурів із локальним рентгенівським опроміненням стегнової ділянки в дозі 50,0 Гр з подальшою обробкою опроміненої шкіри фотонно-магнітними матрицями «Барва-Флекс/Маг» з фотодіодами червоного та синього кольорів.

Спостереження за розвитком МПУ та станом тварин проводили 3 місяці (у 1, 3, 7, 14, 21, 30, 45, 60-ту та 90-ту д після локального опромінення).

Усіх тварин утримували в однакових стандартних умовах (їжа й вода *ad libitum*). Дослідження проводили під контролем Комітету з біоетики ДУ «ІМР ім. С.П. Григор'єва НАМН України». Протягом досліджень та після їх закінчення піддослідних тварин виводили з експерименту під наркозом з дотриманням правил евтаназії [13, 14].

Статистичний аналіз альтернативних ознак проводили за Г.Ф. Лакіним [15]. Групи з різною частістю клінічних ознак порівнювали з використанням точного критерію Фішера. Розбіжності вважали статистично значущими при $p < 0,05$ [16].

Результати та їх обговорення

Тварини контрольної групи, які отримували локальне опромінення шкіри в дозі 50,0 Гр, здебільшого зовні виглядали здоровими та активними практично протягом усього періоду спостережень. Вірогідної втрати маси тіла в них не зафіксовано.

Ознаки скуйовдженості шерсті, неохайності та зниження рухової і харчової активності реєстрували лише впродовж 1-го тижня після локального опромінення приблизно у 40–60 % тварин. При цьому діарея спостерігалася тільки в одиничних випадках.

Перші ознаки розвитку променевої реакції шкіри (еритеми, радіоепітеліти) з'явилися у тварин на 3-тю д після опромінювання, у так звану «початкову дегенеративну фазу» (таблиця 1). Так, у 68,0 % контрольних тварин на опроміненій ділянці розвивалася еритема, ще у 18,0 % — точкові крововиливи. Наприкінці першого тижня спостережень (7-ї д) у 68,0 % тварин даної групи розвинувся сухий дерматит з активним лущенням шкіри. Водночас в 47,0 % випадків формувалася суцільна суха кірка, у 30,0 % — фрагментована (рисунок 1).

До кінця 2-го тижня спостережень (14-ї д) у частини тварин (42 %) зберігалися ознаки сухого дерматиту, а у 16 % випадків поверхня опроміненої ділянки починала мокнути, вкривалася вогнищами ексудації із серозно-геморагічним відділенням, що свідчило про розвиток вологого дермати-

ту (рисунок 2). У цей період більшість тварин даної групи (63 %) вже мали струпи у вигляді щільних суцільних кірок. Симптоми, які розвивалися у перші 2 тижні в опроміненій шкірі, можна вважати характерними для дегенеративно-запальної та запальної фази ранового процесу.

Починаючи з 21-ї д ставало візуально помітним поліпшення стану променевого дефекту шкіри. Її лущення мало місце лише у 26 % тварин, суцільна кірка зберігалася в 21 % випадків. У інших щурів (43 %) сформовані раніше струпи починали роздроблюватися, зазнавали фрагментації та виглядали на поверхні рани як декілька острівців сухих кірок. У окремих тварин (5 %) зберігалися ознаки вологого дерматиту.

Цей метаморфоз ранової поверхні свідчив про початок регенераторних процесів у опроміненій зоні шкіри ще на фоні запалення.

Наприкінці першого місяця спостережень (30-та д) відшаровування струпів спостерігали майже в усіх щурів. Однак у половини з них ще можна було спостерігати залишки дрібних окремих кірок між ділянками нової шкіри, із зовні нормальним виглядом, що свідчило про початок регенераторної фази (рисунок 3).

Проте на 45-ту д спостережень у більшості контрольних щурів (85,0 % випадків) з локальним рентгенівським опроміненням на повністю епітелізованій рановій поверхні ставав помітним рубець, який залишався й надалі (60–90-та д). На відновленій шкірі проявлялася гіперпігментація, переважно у зоні рубцювання. Шерстний покрив на опроміненій ділянці був неякісний, з рідкою і ламкою шерстю. Подібна макроскопічна картина шкіри у цей період може свідчити про початок розвитку віддалених наслідків опромінення.

Слід зазначити, що ознаки рубцювання у вигляді потовщених темних смужок шкіри виявлялися практично в усіх піддослідних тварин цієї групи. Наприкінці періоду спостережень (90-та д) повне відновлення шерстного покриву сталося тільки в частини тварин (22,0 %), хоча у них шерсть була рідкою, що дозволяло в більшості випадків бачити під нею вищевказану пігментовану рубцеву смужку (рисунок 4).

Застосування фотонно-магнітних матриць значною мірою впливало на перебіг МПУ та загальний стан тварин. У перший тиждень спостережень щури дослідної групи за зовнішнім вигля-

Таблиця 1

Динаміка перебігу місцевого променевого ушкодження в експериментальних тварин із локальним опроміненням у дозі 50,0 Гр при спонтанному загоєванні та при застосуванні фотонно-магнітної терапії
Dynamics of the course of local radiation lesion in experimental animals with local exposure to a dose of 50.0 Gy at spontaneous healing and application of photon-magnetic therapy

Ознака МПУ	Термін спостереження, доба							
	3	7	14	21	30	45	60	90
	Контрольна група							
Еритема, %, п	68,0 ± 8,0 27	3,0 ± 3,0 1	3,0 ± 3,0 1	0	0	–	–	–
Крововиливи, %, п	18,0 ± 6,0 7	30,0 ± 7,0 11	39,0 ± 8,0 15	10,0 ± 5,0 4	3,0 ± 3,0 1	–	–	–
Лущіння, %, п	20	68,0 ± 8,0 26	42,0 ± 8,0 16	26,0 ± 7,0 11	3,0 ± 3,0 1	–	–	–
Вологий дерматит, %, п	0	0	16,0 ± 6,0 6	5,0 ± 3,0 2	0	–	–	–
Суцільна кірка, %, п	0	47,0 ± 8,0 18	63,0 ± 8,0 24	21,0 ± 6,0 9	3,0 ± 3,0 1	–	–	–
Поодинокі кірки, %, п	0	30,0 ± 7,0 11	50,0 ± 8,0 19	43,0 ± 8,0 18	53,0 ± 9,0 17	–	–	–
Рубці, %, п	–	–	–	–	–	85,0 ± 8,0 17	47,0 ± 18,0 7	44,0 ± 18,0 4
Часткове відновлення шерстного покриву, %, п	0	0	58,0 ± 8,0 22	55,0 ± 8,0 23	88,0 ± 6,2 8	100,0 ± 0,0 20	93,0 ± 7,0 14	78,0 ± 15,0 7
Повне відновлення шерстного покриву, %, п	0	0	0	0	0	0	7,0 ± 7,0 1	22,0 ± 15,0 2
п на кожний термін спостереження	40	38	38	42	32	20	15	9
	Група з ФМТ							
Еритема, %, п	10	0	0	0	0	–	–	–
Крововиливи, %, п	8,0 ± 4,0 3	14,0 ± 5,0 6	10,0 ± 5,0* 4	0	0	–	–	–
Лущіння, %, п	48,0 ± 8,0 19	43,0 ± 8,0* 18	5,0 ± 3,0* 2	3,0 ± 3,0* 1	0	–	–	–
Вологий дерматит, %, п	0	0	2,0 ± 2,0* 1	0	0	–	–	–
Суцільна кірка, %, п	0	43,0 ± 8,0 18	55,0 ± 8,0 22	3,0 ± 3,0 1	0	–	–	–
Поодинокі кірки, %, п	0	24,0 ± 7,0 10	32,0 ± 8,0 13	21,0 ± 7,0 8	17,0 ± 7,0* 5	–	–	–
Рубці, %, п	–	–	–	–	–	35,0 ± 10,0* 8	33,0 ± 13,0 5	8,0 ± 8,0 1
Часткове відновлення шерстного покриву, %, п	0	33,0 ± 7,0* 14	98,0 ± 2,0* 39	92,0 ± 4,0* 35	90,0 ± 6,0 27	77,0 ± 9,0 17	67,0 ± 13,0 10	54,0 ± 14,0 7
Повне відновлення шерстного покриву, %, п	0	0	0	8,0 ± 4,0 3	10,0 ± 6,0 3	23,0 ± 9,0* 5	33,0 ± 13,0 5	46,0 ± 14,0 6
п на кожний термін спостереження	40	42	40	38	30	22	15	13

Примітка. * Різниця вірогідна порівняно з величинами показників контрольної групи.

дом та поведінкою майже не відрізнялися від інтактних тварин, випадків діареї в них не зафіксовано. При цьому вже на 3-тю д ставали помітними суттєві відмінності від контролю в перебігу локального променевого ушкодження шкіри. Ознаки променевого ушкодження (бліда еритема та лущення шкіри) з'являлися тільки у кількох випадках.

На 7-му д спостережень у тварин групи ФМТ ознаки МПУ ставали помітнішими. Однак ви-

падків еритеми не зафіксовано в жодного щура, точкові крововиливи у зоні локального опромінення у цій групі зустрічалися рідше, ніж у контролі (14,0 випадків проти 30,0% у контрольній групі). На 7-му д помітно меншою була частість лущення (43,0 проти 68,0% у контрольній групі, $p < 0,05$). Наприкінці 2-го тижня спостережень (14-та д) лущення на опроміненій ділянці відзначалося тільки у 5,0% тварин дослідної групи (про-



Рисунок 1. Місцеві променеві ушкодження шкіри щура на 7-му д після радіаційного впливу (доза 50,0 Гр): (↑) — суха суцільна кірка в зоні локального опромінення

Fig. 1. Local radiation lesions of the rat skin on day 7 after radiation exposure (dose 50.0 Gy): (↑) — dry whole crust in the zone of local exposure



Рисунок 2. Місцеві променеві ушкодження шкіри щура на 14-ту д після радіаційного впливу (доза 50,0 Гр): (↑) — кірка мокне, серозне відділення у зоні локального опромінення

Fig. 2. Local radiation lesions of the rat skin on day 14 after the radiation exposure (dose 50.0 Gy): (↑) — the crust is wet with serous discharge in the zone of local exposure

ти 42,0% у контролі, $p < 0,01$). Сухі кірки утворювалися в 55,0% випадків (проти 63,0% у контролі). Тобто у цій групі мали місце симптоми сухого дерматиту, але практично без ознак розвитку вологого. Слід зазначити, що у цей період у більшості тварин (98,0 проти 58,0% в контролі, $p < 0,05$) шерстний покрив частково відновлювався.

На 21-шу д у групі тварин з ФМТ очищення ран відбувалося значно активніше: сухі суцільні кірки зберігалися лише в окремих тварин (3,0%), залишки кірок були ще у 21,0% (проти 43,0% у конт-



Рисунок 3. Вигляд шкіри щура на 30-ту д після радіаційного впливу (50,0 Гр): (↑) — зовні здорова шкіра в зоні локального опромінення

Fig. 3. Rat skin on day 30 after radiation exposure (50.0 Gy): (↑) — externally healthy skin in the zone of local exposure



Рисунок 4. Вигляд шкіри щура на 90-ту д після радіаційного впливу (50,0 Гр): (↑) — пізні рубцеві зміни в зоні локального опромінення

Fig. 4. The skin on day 90 after the radiation exposure (50.0 Gy): (↑) — late cicatricial changes in the zone of local exposure

ролі в той же період). У більшості тварин ранова поверхня вже була цілком чистою, у деяких з них (8,0%) вже мало місце повне відновлення шерстного покриву. До 30-ї д спостережень залишки кірок зберігалися у 17,0% піддослідних, у решти в зоні опромінення шкіра була чистою та виглядала досить здоровою.

На підставі отриманих даних можна вважати, що у щурів дослідної групи регенераторна фаза починалася вже на 21-шу д, тоді як у контрольній групі лише до 30-ї розвивалися візуально помітні ознаки регенерації. Тобто переважання регенера-

торних процесів над запальними в лікованій групі починалося раніше приблизно на 1,5 тижня. Наприкінці першого місяця досліджень поверхня променевого дефекту повністю очищувалася, з'являвся повноцінний шерстний покрив.

Перші макроскопічні ознаки початку фібротизації в групі ФМТ спостерігалися на другий місяць (45-та д) тільки у третини тварин (35,0%), в яких можна було спостерігати рубець у вигляді вузької смужки пігментованої тканини. Появу аналогічних ознак віддалених проявів дії радіації у цей же період ми відзначали і в контрольній групі, але у щурів дослідної групи їх частість була у 2,5 разу менше ($p < 0,05$).

У більш віддалений період (третій місяць спостережень) у групі з ФМТ рубцеві зміни шкіри поступово зникали, так що наприкінці дослідження (90-та д) макроскопічні прояви пізніх променевих ушкоджень шкіри залишалися тільки в окремих тварин (8,0%). Повне та якісне відновлення шерстного покриву на 90-ту д відбувалося у значної частини щурів (46,0%), які отримували ФМТ (рисунок 5).

Таким чином, фотонно-магнітна терапія справляла значну лікувальну та профілактичну дію на патологічні процеси в опроміненій шкірі. Застосування ФМТ значно зменшувало частість розвитку променевих дерматитів у піддослідних щурів, сприяло їх швидшому зникненню (на 1,5 тижня), при повній відсутності розвитку вологого дерматиту. Цілковите загоєння променевого ушкодження шкіри у тварин, повноцінна епітелізація з якісним відновленням шерстного покриву у щурів, які отримували ФМТ, значно прискорювалися та відбувалися на 1,5 тижня раніше, ніж у контрольній групі. Цікавим позитивним ефектом дії ФМТ можна вважати зниження у кілька разів проявів макроскопічних ознак розвитку віддалених променевих ушкоджень шкіри. В наступних повідомленнях будуть наведені результати досліджень впливу фотонно-магнітної терапії на морфофункціональний стан опроміненої шкіри на різних фазах перебігу ранового процесу.

Висновки

1. Локальне разове рентгенівське опромінення ділянки шкіри щурів у дозі 50,0 Гр викликало розвиток променевих дерматитів у ранній постпроменевий період (1-й місяць спостережень).



Рисунок 5. Вигляд шкіри щура на 90-ту д після радіаційного впливу (50,0 Гр): (↑) — повне загоєння шкіри на місці МПУ при застосуванні ФМТ

Fig. 5. The rat skin on day 90 after the radiation exposure (50.0 Gy): (↑) — complete healing of the skin on the site of local radiation lesion at PMT application

2. У віддалені терміни (3-й місяць спостережень) загоєння опромінених ділянок шкіри у тварин було неповноцінним, супроводжувалося рубцюванням та неповним відновленням шерстного покриву.

3. Застосування фотонно-магнітних матриць на зону опромінення шкіри значно зменшувало частість розвитку та прискорювало загоєння променевих дерматитів у щурів, полегшувало перебіг ранового процесу.

4. У віддалений період після опромінення фотонно-магнітна терапія прискорювала повне загоєння променевого ушкодження шкіри (на 1,5 тижня) з повноцінною епітелізацією та якісним відновленням шерстного покриву, причому частість ознак віддалених наслідків опромінення шкіри (рубці, гіперпігментація) зменшувалася у кілька разів.

Література

1. Барабанова А.В. // *Мед. радиол. и радиац. безопасн.* — 2010. — Т. 55, № 5. — С. 79–84.
2. Бардычев М.С. // *Леч. врач.* — 2003. — № 5. — С. 76–79.
3. Vozenin-Brotans M.C., Mauviel A. // *Med. Sci. (Paris)*. — 2006. — Vol. 22, № 2. — P.172–177.
4. Сімонова Л.І., Кулініч Г.В., Гертман В.З., Білогурова Л.В. та ін. // *УРЖ.* — 2010. — Т. XVIII, вип. 2. — С. 204–207.
5. Сімонова Л.І., Гертман В.З., Білогурова Л.В. та ін. // *Експерим. і клін. мед.* — 2010. — Т. 48, № 3. — С. 113–118.
6. Пат. № 55352 UA, МПК⁷ А61N1/00. Спосіб профілактики та лікування місцевих променевих ушкоджень шкіри / Сімонова-Пушкар Л.І., Гертман В.З., Білогурова Л.В., Кулініч Г.В.; заявник і патентообласник ДУ «ІМР АМНУ» (UA). — № у 2010 07005; заявл. 07.06.2010; опубл. 10.12.2010.

-
7. Кижяев Е.В., Муфазалов Ф.Ф., Бахмутский Н.Г. *Лазерное и магнитное сопровождение лучевой терапии* – М.: МЗ РФ, РМАПО, 2003. – 250 с.
 8. Готовский Ю.В., Косарева Л.Б., Перов Ю.Ф. *Цветовая светотерапия*. – М.: ИМЕДИС, 2009. – 464 с.
 9. Сердюк В.В. *Магнитотерапия: Справ. пособие. Прошлое, настоящее, будущее*. – К.: Азимут-Украина, 2004. – 536 с.
 10. Латышева М.Н., Усков В.М. *Применение магнитолазерной терапии в лечении больных с остеоартрозом* // Матер. XXXVII Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии» (Харьков, 23–25 мая 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 32–33.
 11. Рибіцька Л.Н. *Структурна перебудова артеріального русла уражених легень при дії магнітолазерної терапії* // Там же. – С. 116–117.
 12. Федоров С.М., Коцюруба А.В., Сагач В.Ф. *Оптимальні параметри застосування магнітофотостимуляції при ендотеліальній дисфункції (експериментальні дослідження)* // Там же. – С. 120–122.
 13. *European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes/ Council of Europe, Strasbourg, 1986.* – 53 p.
 14. Резніков О.Г., Соловйов А.І., Добреля Н.В. та ін. // *Вісн. фармакол. та фармац.* – 2006. – № 7. – С. 47–60.
 15. Лакин Г.Ф. *Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов.* – Изд. 4-е – М.: Высш. шк., 1990. – С. 352 с.
 16. Гланц С. *Медико-биологическая статистика* – М.: Практика, 1999. – 459 с.

Надходження до редакції 09.10.2012.

Прийнято 26.10.2012.

Адреса для листування:
Сімонова Лариса Іванівна,
ДУ Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва
НАМН України,
вул. Пушкінська, 82, Харків, 61024, Україна