

Ерофеева Л.М.¹ ✉, Дорохович Г.П.²

Особенности регенерации тимуса и красного костного мозга мышей после однократного облучения ускоренными ионами углерода

¹ НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Россия

² УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

✉ gystology@mail.ru

Аннотация. Однократное общее облучение мышей ускоренными ионами углерода в дозе 4,0 Гр вызывает опустошение красного костного мозга и коркового вещества тимуса в первые трое суток. Регенерация начинается с 3-х суток, достигая максимума в костном мозге на 30-е, в тимусе — на 15-е сутки с повторным опустошением к 30-м. Полной регенерации клеточного состава органов не происходит и к 60-м суткам.

Ключевые слова: облучение; ускоренные ионы углерода; тимус; красный костный мозг; регенерация.

Erofeeva L.M.¹, Dorokhovich H.P.²

Features of thymus and red bone marrow regeneration in mice after a single irradiation with accelerated carbon ions

¹ Avtsyn Research Institute of Human Morphology of Federal State Budgetary Scientific Institution “Petrovsky National Research Centre of Surgery”, Moscow, Russia

² Belarussian State Medical University, Minsk, Belarus

Abstract. A single total irradiation of mice with accelerated carbon ions at a dose of 4.0 Gy. It causes devastation of the red bone marrow and thymic cortex in the first three days. Regeneration begins on day 3, reaching a maximum in the bone marrow on day 30, in the thymus on day 15 with repeated emptying by day 30. Complete regeneration of the cellular composition of organs does not occur even by 60 days.

Keywords: irradiation; accelerated carbon ions; thymus; red bone marrow; regeneration.

Изучение постлучевых процессов в системе иммуногенеза при воздействии ускоренными заряженными частицами является актуальной задачей в связи с планированием полетов человека в дальний космос [1]. Галактическое космическое излучение, представляющее основную радиационную опасность при межпланетных космических полетах, состоит из электронов, протонов с высокой энергией и тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) [1]. Цель работы — изучить клеточный состав красного костного мозга и морфофункциональных компонентов тимуса мышей в остром периоде после общего однократного облучения ТЗЧ и регенерацию в отдаленные сроки.

Мыши-самцы линии Balb/c 3,5–4-месячного возраста (56 особей) были однократно облучены ускоренными ионами углерода с энергией 300 МэВ/нуклон на синхрофазотроне ОИЯИ (г. Дубна) в дозе 4,0 Гр. После облучения мышей выводили из эксперимента по 8 особей на 1, 3, 7, 14, 21, 30 и 60 суток. Контроль составили интактные мыши.

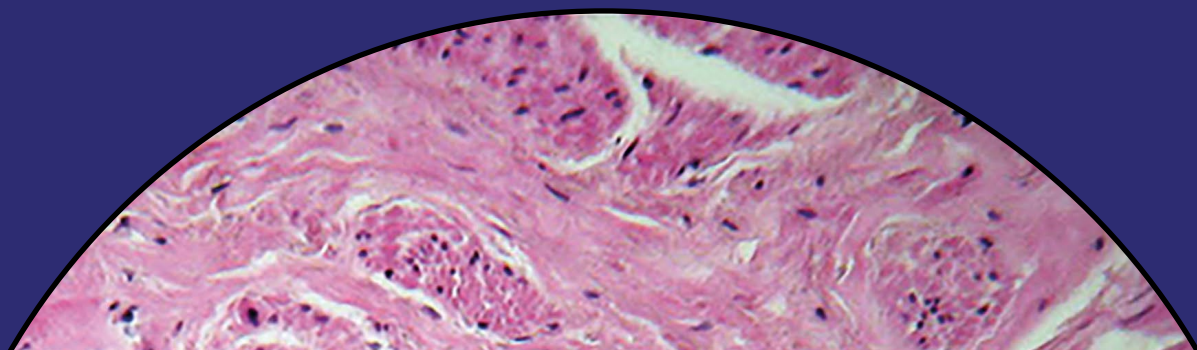
Результаты показали опустошение красного костного (КМ) мозга в остром периоде после облучения. Прослеживался фазный характер постлучевых процессов. Относительное количество ядродержащих клеток достигало 26,3% и 19,6% на 1 и 3 сутки после облучения соответственно. В последующие сроки происходило постепенное нарастание числа карицитов вплоть до 30 суток, когда количество их достигло 72,0% от контрольного значения. На таком уровне этот показатель сохранялся до конца периода наблюдения, не достигая контрольной величины даже к 60 суткам.

В тимусе (Т) выявлена аналогичная динамика постлучевых изменений. Повреждались, в основном, бластные формы клеток, т.е. преобладала репродуктивная гибель лимфоцитов. Нарастание процессов деструкции клеток и прогрессивное уменьшение количества малых лимфоцитов в коре Т наблюдалось до 3 суток, после чего отмечены признаки регенерации лимфоидной ткани. Постлучевое восстановление лимфоцитов в Т происходит как за счет собственных выживших предшественников, так и за счет поступления предшественников из КМ. Особенностью восстановительных процессов в Т является резкий подъем митотической активности и увеличение количества малодифференцированных форм клеток уже на 3 сутки после облучения. В последующей динамике восстановительных процессов отмечается пик на 15 сутки, когда содержание малых лимфоцитов превышало уровень контроля во всех структурных компонентах органа. Однако с 15 до 60 суток доля малых лимфоцитов неуклонно уменьшалась и в конце исследования была статистически значимо меньше уровня контроля. Известно, что ТЗЧ вызывают двунитевые разрывы ДНК, которые относятся к нерепарируемым повреждениям, поэтому клетка погибает при переходе из G1 в S период клеточного цикла. По-видимому, этим объясняется уменьшение числа кариоцитов в КМ и малодифференцированных предшественников в Т соответственно. Как следствие нарушается созревание и дифференцировка лимфоцитов в Т в отдаленные сроки после облучения ТЗЧ, что может явиться причиной постлучевых иммунодефицитных состояний [1].

Вывод. Однократное облучение ускоренными ионами углерода с энергией 300 МэВ/нуклон в дозе 4,0 Гр приводит к опустошению КМ и коркового вещества Т в первые трое суток. Регенерация начинается с 3 суток, достигая максимума в КМ на 30, а в Т — на 15 сутки. Однако в дальнейшем в Т отмечено повторное опустошение. Контрольных показателей ни в КМ, ни в Т клеточный состав не достигает и к 60 суткам постлучевого периода.

Список литературы

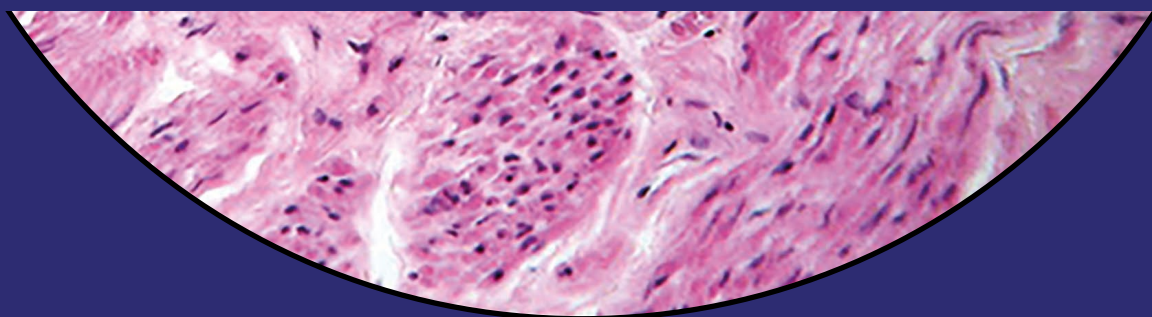
1. Федоренко Б.С., Трусов В.С. Сравнительный риск развития опухолей молочных желез у крыс, облученных ускоренными заряженными частицами высоких энергий и гамма-лучами // Вопросы онкологии. 2003. № 5. С. 623–629. EDN: MPPGFB



Материалы
VI Национального конгресса по регенеративной медицине
13–15 ноября 2024 года, Санкт-Петербург

под патронажем редколлегии журнала
«Морфология»

Proceedings
of the VI National Congress on Regenerative Medicine
November 13–15, 2024, Saint Petersburg



DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.konf2024>