



RU0110565

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НИЗКИХ ДОЗ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ И СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРОНИЧЕСКОГО И ОСТРОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Гончарова Р.И., Рябоконт Н.И., Смолич И.И.

Институт генетики и цитологии Национальной Академии наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

Изучение биологических эффектов низких доз ионизирующей радиации, физический критерий определения которых дан Keileler, Booz (1976–1978) и принят ICRU (1983), является центральной проблемой радиобиологии, которая важна как для раскрытия механизмов действия радиации в низкодозовом диапазоне, так и оценки рисков. Анализ эффектов низких доз позволит проверить справедливость гипотезы о беспороговом действии радиации, которая активно обсуждается сейчас. Большие трудности выявления эффектов низких доз в экспериментах и эпидемиологических исследованиях дают аргументы для сторонников концепции порога. Ясно, что необходима разработка адекватных подходов для исследования низких доз облучения (Гончарова, 1997; Goncharova et al., 1999).

Наибольший интерес представляет изучение генетических эффектов хронического низкодозового облучения в ряду поколений млекопитающих, живущих в условиях повышенного радиационного фона.

Генетические эффекты в соматических и половых клетках млекопитающих изучены нами в течение 1986–1997 гг. по ряду тестов у рыжей полевки, природные популяции которой подвергаются воздействию повышенного радиационного фона вследствие Чернобыльской аварии. Анализ зависимости доза–эффект проводился на основе учета индивидуальных частот регистрируемых показателей и индивидуальных дозовых нагрузок.

Было обнаружено, что частоты цитогенетических и других повреждений наследственных структур зависят от концентрации основных дозообразующих радионуклидов (4–145410 Бк/кг), от мощности поглощенной дозы (2–730 мкГр/сут) и от общей поглощенной дозы в диапазоне от 0,02 до 7,3 сГр. Статистически достоверные зависимости между частотами мутаций и полученными дозами облучения обнаружены во все годы наблюдений.

Таким образом, доказана обусловленность частот изучаемых показателей низкими дозами внешнего и внутреннего облучения. Следовательно, показана генетическая эффективность крайне низких доз хронического облучения для соматических и половых клеток млекопитающих, подвергающихся постоянному воздействию облучения в течение ряда поколений. Обнаружено, что в большинстве случаев зависимости доза–эффект лучше аппроксимируются нелинейными функциями.

Согласно последнему сообщению о раковых и нераковых рисках, полученных для выживших после атомных бомбардировок людей, достоверные эффекты острого облучения зарегистрированы в диапазоне 0,005–0,2 Зв (Preston, 2000). Наши данные демонстрируют эффективность хронического облучения в гораздо более низком диапазоне (на порядок и более) и свидетельствуют об отсутствии порога действия радиации (Гончарова, 1997).

Для сравнения эффективности хронического и острого облучения была получена кривая доза–эффект острого облучения (10–100 сГр) для полевок из двух хронически облучаемых популяций. Экстраполяция полученных прямых доза–эффект в диапазон доз хронического облучения показывает большую их эффективность по сравнению с низкими дозами острого облучения. Обсуждаются возможные причины такого несоответствия.

GENETIC EFFECTS OF LOW-DOSE IRRADIATION IN MAMMALS AND COMPARISON OF EFFICIENCY BETWEEN CHRONIC AND ACUTE IRRADIATION

Goncharova R.I., Ryabokon N.I., Smolich I.I.

Institute of Genetics and Cytology, Belarusian National Academy of Sciences,
Minsk, Republic of Belarus

Study on biological effects of low-dose ionizing radiation physical criterion of which was given by Kelleler and Booz (1976–1978) and accepted by ICRU (1983) is a central radiobiological problem, which is important for both revealing mechanism of radiation impact in low dose range and estimating risks. Quantitative investigation of low dose effects will make it possible to test the validity of hypothesis on threshold-free radiation impact which is actively discussed now. Great difficulties in revealing effects of low doses in experiments and epidemiological tests give arguments for the supporters of the threshold conception. It is clear that development of adequate approaches is necessary for studying low-dose irradiation (Goncharova, 1997; Goncharova et al., 1999).

The study on genetic effects of chronic low-intensive irradiation in some generations of mammals living under high radiation background conditions is of great interest.

We have studied genetic effects in somatic and germ cells of mammals over the period of 1986–1997 for some tests in bank vole, whose natural populations are exposed to increased radiation background impact due to the Chernobyl accident. The analysis of the dose–effect relationship was carried out by taking into account individual frequencies of recorded parameters and individual radiation exposure.

The frequencies of cytogenetic and other damages of hereditary structures were revealed to depend on concentration of basic dose-forming radionuclides (4–145410 Bq/kg for $^{134+137}\text{Cs}$), on absorbed dose rate (2–730 $\mu\text{Gy/day}$) and on the total absorbed dose in the range from 0.02 to 7.3 cGy. Statistically significant relationships between the mutation frequencies and the obtained irradiation doses were revealed over all the years of observations.

So, causality of the studied parameter frequencies by low doses of external and internal irradiation was proved. Thus, genetic efficiency of extremely low doses of chronic irradiation was shown for somatic and germ cells of mammals exposed to regular radiation impact during a number of generations. In most cases dose–effect relationships were better approximated by nonlinear functions.

According to the latest information on cancerous and non-cancerous risks acquired by survivors of nuclear bombardments, significant effects of acute irradiation were observed in the range of 0.005–0.2 Sv (Preston, 2000). Our findings demonstrate effectiveness of chronic irradiation in much lower range (by an order and more) and indicate the absence of threshold (Goncharova, 1997).

For comparing effectiveness of chronic and acute irradiation, the dose–effect curve of acute irradiation (10–100 cGy) was obtained for bank voles from two chronically irradiation populations. Extrapolation of the obtained dose–effect straight lines to the dose range of chronic irradiation has shown their much higher efficiency as against low doses of acute irradiation. Possible causes of such disagreement are discussed.