

С.В. Осовец, Т.В. Азизова, М.В. Банникова

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ХРОНИЧЕСКОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

S.V. Osovets, T.V. Azizova, M.V. Bannikova

Assessment of the Impact of Dose Characteristic on the Period of Formation and Duration of Chronic Radiation Syndrome

РЕФЕРАТ

Цель: Оценить влияние суммарной дозы и мощности дозы внешнего гамма-облучения на длительность периода формирования и длительность хронической лучевой болезни (ХЛБ); изучить зависимость риска ХЛБ от мощности дозы облучения.

Материал и методы: В качестве исходного материала для проводимого исследования был взят ограниченный контингент работников ПО «Маяк» (91 человек: 58 мужчин и 33 женщины), у которых имелись подробные индивидуальные дозиметрические данные (дозовые истории) до начала заболевания ХЛБ и за весь период болезни. Для обработки клинических данных использовался стандартный линейный, а также нелинейный регрессионный анализ.

Результаты: Установлена обратная степенная зависимость между периодом формирования ХЛБ и мощностью дозы; получена линейная зависимость от “добавленной” дозы после начала клинических проявлений ХЛБ для величины продолжительности болезни, — найденная зависимость позволила оценить длительность периода выздоровления при условии прекращения облучения ($D_{\text{доб}} = 0$), которая составила ~14 месяцев. Показано, что при продолжающемся облучении после начала ХЛБ на каждый грей дополнительно полученной дозы внешнего облучения общая длительность болезни увеличивается приблизительно на пять месяцев.

На основе распределения Парето вычислена пороговая кривая риска ХЛБ в зависимости от мощности дозы и оценена величина порога ($P_0 = 0,025$ Гр/мес).

Выводы: Найденные зависимости позволили не только количественно связать дозовые и временные характеристики ХЛБ, но и оценить нижние границы доз (~0,7 Гр для хронического и ~0,23 Гр для разового облучения) по критерию ХЛБ, а также получить оценку нижней границы мощности дозы $\sim 5,8 \times 10^{-4}$ мГр/мин. Полученные результаты дополняют и согласуются с рекомендациями НКДАР.

Ключевые слова: хроническая лучевая болезнь, период формирования, внешнее гамма-облучение, мощность дозы, риск, распределение Парето

ABSTRACT

Purpose: To make an assessment of the impact of total dose and dose rate from external gamma-rays on the formation and progressing of chronic radiation syndrome (CRS) and to identify an association of the CRS risk to dose rate.

Material and methods: A limited sample of the Mayak workers (91 individuals, including 58 males and 33 females) with detailed individual dosimetry data (e.g. dose profiles) prior to the CRS diagnosing and for the whole period of follow-up was selected as the initial material for this study. The standard linear and non-linear regression analyses were used for the clinical data treatment.

Results: An inverse power correlation between the CRS formation and dose rate was found. A linear dependence on additive dose after the initiated symptoms of CRS for the disease progressing period was found, which allowed calculating the recovery period in terms of the terminated exposure ($D_{\text{add}} = 0$), which amounted to ~14 months. The total period of CRS progressing was demonstrated to increase by 5 months in terms of prolonged exposure after the disease initiation per each gray of additive external dose. Based on the Pareto distribution, the threshold curve of CRS risk with regard to dose rate was found, and a threshold was estimated ($P_0 = 0.025$ Gy/month).

Conclusion: The derived dependences allowed not only to interrelate dose and temporal profiles of CRS on the quantitative basis, but also to estimate the lower limit for doses (~0.7 Gy for chronic exposure, and ~0.23 Gy for single exposure) based on the CRS criterion, and to obtain an estimate of the limit for dose rate, $\sim 5.8 \times 10^{-4}$ mGy/min. The obtained results complement and comply with the UNSCEAR recommendations.

Key words: chronic radiation syndrome (CRS), formation period, external gamma-rays, dose rate, risk, Pareto distribution