

Л.М. Рождественский

РОЛЬ ВЕЛИЧИН ВЕСОВЫХ ТКАНЕВЫХ МНОЖИТЕЛЕЙ В РЕГЛАМЕНТАЦИИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛУТОНИЯ-239 В ТЕРМИНАХ ОРГАНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗ

L.M. Rozhdestvensky

The Role of Tissue Weighting Factors Magnitudes in Regulations of Plutonium-239 Exposure in Terminus of Organ Radiation Weighted Dose and Effective Dose

РЕФЕРАТ

Цель: Исследовать зависимость оценок радиоканцерогенного эффекта инкорпорированного ^{239}Pu от величин как стандартных, так и специально подобранных тканевых весовых множителей (W_t), предназначенных для расчета эффективной дозы.

Материал и методы: Использовали литературные данные из регистра ПО “Маяк” о полученных персоналом дозах от инкорпорированного ^{239}Pu в органах основного депонирования (ООД) радионуклида и смертности от рака этих органов за многолетний период наблюдения. Канцерогенный эффект ^{239}Pu оценивали по критериям: разбросу $\text{EAR}/10^4$ ч.-л./Зв для ООД плутония и качества аппроксимации дозовой зависимости частоты возникновения раков в указанных органах. Проанализирована связь между величинами эффективной дозы и эквивалентной дозы на легкое в зависимости от подобранных величин W_t для ООД ^{239}Pu . W_t для когорты “Маяк” подбирали по принципам корреляции с процессами смерти от рака ООД плутония по аналогии с подбором МКРЗ стандартных W_t на основании данных по когорте LSS.

Результаты: Анализ показал, что при использовании специально подобранных для когорты “Маяк” значений W_t существенно уменьшается разброс $\text{EAR}/10^4$ ч.-л./Зв (здесь Зв — единица эффективной дозы) для ООД плутония по сравнению с расчетом этого показателя на базе стандартных W_t . При аппроксимации зависимости смертности лиц с раком ООД плутония от взвешенных эквивалентных доз в этих органах в случае использования W_t для когорты “Маяк” повышается качество аппроксимации, что приводит к более точной оценке величины квазипорога радиоканцерогенного эффекта ^{239}Pu . При использовании W_t , подобранных для воздействия ^{239}Pu , снижается разница между рекомендованными МКРЗ (в качестве допустимых) верхними границами эффективной дозы (20 мЗв/год) и эквивалентной дозы на внутренний орган (100 мЗв/год) вплоть до их практического совпадения в случае равенства суммы W_t для ООД плутония единице.

Выводы: Применение стандартных тканевых весовых множителей для расчета эффективной дозы, приводимых в Публикации 60 МКРЗ и НРБ-99, в условиях неравномерного облучения организма, частным случаем которого является расчет эффективной дозы при инкорпорации ^{239}Pu , является некорректным. Важное значение при расчете эффективной дозы имеет соблюдение принципа равенства 1 суммы W_t , явно нарушаемого при использовании стандартных W_t в случае селективного распределения радионуклидов в организме.

Ключевые слова: радиационная безопасность, эффективная доза, эквивалентная доза, тканевые весовые множители, радионуклиды, плутоний-239, радиоканцерогенный эффект

ABSTRACT

Purpose: To study how the values of an incorporated ^{239}Pu radiocancerogenic effect depend on magnitudes of tissue weighting factors that were specially chosen for effective dose calculation in condition of the radionuclide exposure in the “Mayak” plant.

Materials and methods: There were used literature data for nuclear workers from the registry of the “Mayak” nuclear facility. These concerned absorbed doses of internal ^{239}Pu alpha exposure in its preferable deposit organs and of external gamma-radiation on the one hand and the mortality of a cancer of the same organs on the other hand. The ^{239}Pu radiocancerogenic effect had been evaluated on the following parameters: $\text{EAR}/10^4$ PY/Sv and a curve “organ dose—effect”. There was analysed the connection between values of effective dose and radiation weighted dose on a lung depending on chosen magnitudes of the tissue weighting factors (W_t) for the organs of ^{239}Pu preferable deposit. W_t for the Mayak cohort were chosen on the data base regarding an excess death of ^{239}Pu preferable deposit organs.

Results: The analysis showed that in case of specially chosen W_t usage dispersion of $\text{EAR}/10^4$ PY/Sv for ^{239}Pu preferable deposit organs is decreased in comparison with such ones evaluated by means of standard W_t recommended with ICRP. The approximation quality of the dependence “organ dose- $\text{EAR}/10^4$ PY” is higher if W_t chosen for the “Mayak” cohort are used. If the sum of the W_t chosen for ^{239}Pu preferable deposit organs comes nearer to 1 the difference between the effective dose and the equivalent lung dose becomes insignificant.

Conclusion: The standard tissue weighting factors usage for the effective dose calculation in the case of partial exposure (^{239}Pu incorporation as an example) is incorrect. The main reason of it is the sum of standard tissue weighting factors is not equal to 1.

Key words: radiation safety, effective dose, equivalent dose, tissue weight coefficients, radionuclides, plutonium-239, radiocancerogenic effect