

С.В. Осовец, Т.В. Азизова, С.Н. Гергенрейдер

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДОЗОВЫХ ПОРОГОВ ДЛЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ЭФФЕКТОВ

S.V. Osovets, T.V. Azizova, S.N. Gergenreyder

Methods of Estimation of Dose Thresholds for Deterministic Effects

РЕФЕРАТ

Цель: Разработка способов оценки дозовых порогов для детерминированных радиационно-индуцированных эффектов.

Материал и методы: Если в наличии имеются распределения по дозам, представленные в виде вариационных рядов для группы сравнения и основной группы, то после предварительной аппроксимации этих вариационных рядов с помощью функций плотности распределения по дозам, из соотношения

$$f^{(1)}(D)=f^{(2)}(D)$$

можно вычислить дозовый порог. Здесь индексы 1 и 2 относятся соответственно к группе сравнения и основной группе.

Другой метод оценки дозовых порогов на основе функций распределения по дозе $F^{(1)}(D)$ и $F^{(2)}(D)$ для групп сравнения и основной группы строится на основе решения нелинейного уравнения:

$$F^{(1)}(D)+F^{(2)}(D)-1=0.$$

В качестве базового распределения для описания детерминированных эффектов в зависимости от дозы используется классическое распределение Вейбулла, которое содержит два параметра: медианную эффективную дозу – ED_{50} и параметр формы V .

Результаты: Сравнение значений эффективных дозовых порогов, полученных двумя методами на выборочном контингенте работников ПО “Маяк”, которые получили хроническую лучевую болезнь (ХЛБ) от внешнего гамма-облучения, выявило расхождение не более чем на 10 % (1,64 и 1,5 Гр соответственно). Также представлена оценка 5 %-го квантильного дозового порога по поглощенной дозе внешнего гамма-облучения при острой лучевой болезни (ОЛБ) для ограниченного контингента (38 человек) работников ПО “Маяк”. В этом случае эффективный дозовый порог D_0 был приблизительно равен 0,55 Гр.

Выводы: Предложенные методы и подходы к оценке радиационных рисков и дозовых порогов могут быть использованы не только для хронической лучевой болезни, но и для других видов детерминированных эффектов как при внешнем, так и при внутреннем облучении человека и животных. Полученные в настоящей работе математические зависимости, оценки и соотношения, по-видимому, будут полезны и найдут практическое применение в области радиационной медицины и биологии.

Ключевые слова: *эффективный дозовый порог, распределение Вейбулла, детерминированные эффекты, методы оценки дозовых порогов, хроническая лучевая болезнь*

ABSTRACT

Purpose: To develop methods of estimation of dose thresholds for deterministic radiation-induced effects.

Material and methods: If dose distributions shown as variational series are available for comparison and main groups, then after the preliminary approximation of these variational series using the density functions of dose distribution we could calculate the dose threshold based on the following ratio:

$$f^{(1)}(D)=f^{(2)}(D).$$

Here indices 1 and 2 refer to comparison group and main group, respectively.

The method of estimation of dose thresholds based on dose distribution functions $F^{(1)}(D)$ and $F^{(2)}(D)$ for comparison and main groups, respectively, is expressed based on the solution of non-linear equation: $F^{(1)}(D)+F^{(2)}(D)-1=0$.

The classic Weibull model is used as the basic distribution for description of deterministic effects by dose which contains two variables: ED_{50} – median effective dose and V – shape parameter.

Results: The comparison of values of effective dose thresholds obtained using two methods in the selected contingent of Mayak PA workers who had chronic radiation sickness (ChRS) from external gamma exposure has detected the discrepancy no more than 10 % (1.64 and 1.5 Gy, respectively).

The estimation of 5 % quartile dose threshold on absorbed external gamma-dose at acute radiation sickness for restricted contingent of Mayak PA workers (38 individuals) is also shown in this paper. In this case the effective dose threshold D_0 is approximately 0.55 Gy.

Conclusions: The proposed methods and approaches to estimation of radiation risks and dose thresholds could be used not only for ChRS but also for other types of deterministic effects at both external and internal radiation exposures of humans and animals. Apparently, the mathematical dependences, estimations and ratios obtained in this paper could be useful and find practical application in the field of radiation medicine and biology.

Key words: *effective dose threshold, Weibull distribution, deterministic effects, methods of dose thresholds estimation, chronic radiation sickness*