

В. А. Курочкіна*, Т. В. Циганок

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: knitel@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ ЛЮДИНИ ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО ДОЗИМЕТРІЇ. I. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНКОРПОРОВАНИХ РАДІОНУКЛІДІВ ТА ЇХНЯ ДОЗИМЕТРІЯ

Наведено дані літератури щодо особливостей внутрішнього опромінення людини. Проаналізовано рекомендовані МКРЗ біокінетичні моделі, створені в Україні еколого-дозиметричні моделі та деякі методи дозиметрії внутрішнього опромінення. Частина I огляду містить дані щодо аспектів фізичної дозиметрії. У частині II буде описано та обговорено проблеми та методи біологічної дозиметрії.

Ключові слова: інкорпоровані радіонукліди, внутрішнє опромінення, дозиметрія внутрішнього опромінення, біокінетична модель, еколого-дозиметрична модель.

V. A. Kurochkina*, T. V. Tsyganok

Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: knitel@ukr.net

FEATURES OF INTERNAL HUMAN IRRADIATION AND PROBLEMS OF ITS DOSIMETRY. I. CHARACTERIZATION OF INCORPORATED RADIONUCLIDES AND THEIR DOSIMETRY

The literature data on the features of internal human exposure are presented. The following are analyzed: biokinetic models recommended by the ICRP; ecological-dosimetric model created in Ukraine and some methods of internal exposure dosimetry. Part I of the review contains data on aspects of physical dosimetry. Part II will describe and discuss the problems and methods of biological dosimetry.

Keywords: incorporated radionuclides, internal exposure, internal exposure dosimetry, biokinetic model, ecological dosimetric model.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. НРБУ-97/Д-2000. Норми радіаційної безпеки України. Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення. Державні гігієнічні нормативи (ДГН 6.6.1. - 6.5.061-2000). / NRB-97/D-2000. Norms of Radiation Safety of Ukraine. Radiation Protection from Sources of Potential Exposure. State Hygienic Norms (SHN 6.6.1. - 6.5.061-2000). (Ukr)
2. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2007) (2-4) 35 p.
3. Some internally deposited radionuclides. International Agency for Research on Cancer (IARC) – Summaries & Evaluations.
4. F. Paquet, Internal dosimetry: State of the art and research needed. J. Radiat. Prot. Res. 47(4) (2022) 181.
5. *Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies* (Vienna, IAEA, 2011) 229 p.
6. К.І. Богущька, Ю.І. Прилутський, Ю.П. Склярів. *Вибрані лекції з курсу «Радіаційна біофізика»*. Навч.-метод. розроб. (Київ: Поліграфічна дільниця Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, 2012) 88 с. / K.I. Bogutska, Yu.I. Prylutsky, Yu.P. Sklyarov. *Selected Lectures on the Course "Radiation Biophysics"* (Kyiv: G.V. Kurdyumov Institute of Metal Physics of NASU, 2012) 88 p.
7. M.A. Bender et al. Current status of cytogenetic procedures to detect and quantify previous exposures to radiation. Mutat. Res. 196(2) (1988) 103.
8. ISO 20553:2006(E). Radiation protection – Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material (Geneva, International Organization for Standardization, 2006) 12 p.
9. H. Doerfel et al. Third European intercomparison exercise on internal dose assessment. Results of a research programme in the framework of the EULEP/EURADOS action group "Derivation of parameter values for application to the new respiratory tract for occupational exposure" 1997 - 1999 (FZKA-6457) (Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 2000) 214 p.
10. ISO 27048:2011(E). Radiation protection – Dose assessment for monitoring of workers for internal radiation exposure (Geneva, International Organization for Standardization, 2011) 76 p.
11. C.M. Castellani et al. IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data. EURADOS Report 2013-01 (Braunschweig, 2013) 214 p.

12. B. Breustedt, A. Giussani, D. Noßke. Internal dose assessments – concepts, models and uncertainties. [Radiat. Meas. 115 \(2018\) 49.](#)
13. G. Etherington et al. Technical recommendations for monitoring individuals for occupational intakes of radionuclides. [Radiat. Prot. Dosim. 170\(1-4\) \(2016\) 8.](#)
14. A. Giussani et al. Eurados review of retrospective dosimetry techniques for internal exposures to ionizing radiation and their applications. [Radiat. Environ. Biophys. 59 \(2020\) 357.](#)
15. W. Sudprasert, O.V. Belyakov, S. Tashiro. Biological and internal dosimetry for radiation medicine: current status and future perspectives. [J. Radiat. Res. 63\(2\) \(2022\) 247.](#)
16. F. Chen et al. Analysis of tritium activity concentrations in urine and internal dose assessment for nuclear power plant workers. [Radiat. Med. Prot. 2\(1\) \(2021\) 1.](#)
17. H. Doerfel et al. RC-6. Internal Dosimetry: The science and art of internal dose assessment. In: [Proceedings of the 12th International Congress of the International Radiation Protection Association \(IRPA-12\), Buenos Aires, Argentina, 19 - 24 October 2008, 63 p.](#)
18. *Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection*. ICRP Publication 66. [Ann. ICRP 24\(1-3\) \(1994\) 482 p.](#)
19. *Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection*. ICRP Publication 100. [Ann. ICRP 36\(1-2\) \(2006\) 327 p.](#)
20. *Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals*. Addendum 3 to ICRP Publication 53. [Ann. ICRP 18\(1-4\) \(1988\) 37 p.](#)
21. S. Mattsson et al. *Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances*. ICRP Publication 128. [Ann. ICRP 44\(2S\) \(2015\) 321 p.](#)
22. W.B. Li. Internal dosimetry. A Review of progress. [Jpn. J. Health Phys. 53\(2\) \(2018\) 72.](#)
23. C. Lee. A review of organ dose calculation methods and tools for patients undergoing diagnostic nuclear medicine procedures. [J. Radiat. Prot. Res. 49\(1\) \(2024\) 1.](#)
24. S. Incerti et al. Review of Geant4-DNA applications for micro and nanoscale simulations. [Phys. Med. 32\(10\) \(2016\) 1187.](#)
25. F. Paquet et al. Assessment and interpretation of internal doses: uncertainty and variability. [Ann. ICRP 45 \(2016\) 202.](#)
26. J.D. Harrison et al. Reliability of the ICRP's dose coefficients for members of the public, II. Uncertainties in the absorption of ingested radionuclides and the effect on dose estimates. [Radiat. Prot. Dosim. 95\(4\) \(2001\) 295.](#)
27. R.W. Leggett. Reliability of the ICRP's dose coefficients for members of the public. 1. Sources of uncertainty in the biokinetic models. [Radiat. Prot. Dosim. 95\(3\) \(2001\) 199.](#)
28. R.W. Leggett, A. Bouville, K.F. Eckerman. Reliability of the ICRP's systemic biokinetic models. [Radiat. Prot. Dosim. 79\(1-4\) \(1998\) 335.](#)
29. [Радіаційно-протекційний інститут \(РПІ\) Національної академії технологічних наук України. Оцінка доз та ризику для здоров'я внаслідок радіаційного опромінення. / Radiation Protection Institute \(RPI\) of the National Academy of Technological Sciences of Ukraine. Dose and health risk assessment due to the effects of radiation exposure.](#)
30. И.А. Лихтарев, и др. Реконструкция индивидуализированных доз внутреннего облучения субъектов государственного регистра Украины: Сообщение 2. Локально-специфические модели и дозы облучения жителей Козелецкого и Репкинского районов Черниговской области. [Проблеми радіаційної медицини та радіобіології 19 \(2014\) 102.](#) / I.A. Likhtarov et al. Individualized internal exposure doses reconstruction for the persons of Ukraine State Register: Report 2. Locally-specific models and doses of persons living in Kozelets and Ripky raions of Chernihiv oblast. [Probl. Radiat. Med. Radiobiol. 19 \(2014\) 102.](#) (Rus)
31. О.М. Иванова, Л.М. Ковган, С.В. Масюк. Методика реконструкції індивідуалізованих доз опромінення осіб, що мешкають на радіоактивно забруднених територіях України. [Проблеми радіаційної медицини та радіобіології 23 \(2018\) 164.](#) / O.M. Ivanova, L.M. Kovgan, S.V. Masiuk. Methodology of reconstruction of individualized exposure doses for persons residing at radioactively contaminated territories of Ukraine. [Probl. Radiat. Med. Radiobiol. 23 \(2018\) 164.](#) (Ukr)
32. IAEA-TECDOC-1331. [Use of the electron paramagnetic resonance dosimetry with tooth enamel for retrospective dose assessment \(Vienna, IAEA, 2002\) 64 p.](#)
33. A. Wieser et al. Assessment of performance parameters for EPR dosimetry with tooth enamel. [Radiat. Meas. 43 \(2008\) 731.](#)
34. P. Fattibene, F. Callens. EPR dosimetry with tooth enamel: A review. [Appl. Radiat. Isot. 68 \(2010\) 2033.](#)

Надійшла / Received 13.05.2025