



RADIATION MEDICINE



РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

RADIATION MEDICINE

Под редакцией профессора А.Н. Стожарова

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для иностранных студентов
учреждений высшего образования
по медицинским специальностям*



МИНСК «НОВОЕ ЗНАНИЕ» 2020

УДК 614.876.084(075.8)-054.6

ББК 53.6я73

P15

А в т о р ы :

А.Н. Стожаров (A. Stojarov) (гл. 5); Г.А. Прудников (H. Prudnikau) (гл. 1); Л.А. Квиткевич (L. Kvitkevich) (гл. 7); А.Р. Аветисов (A. Avetisov) (гл. 2); М.А. Назарова (M.A. Nazarova) (гл. 3); А. Кумагай (Atsushi Kumagai) (гл. 4); А. Хасегава (Arifumi Hasegawa), Ю. Шимада (Jiro Shimada), Ю. Курода (Yujiro Kuroda), Т. Ишикава (Tetsuo Ishikawa), Х. Ябе (Hirooki Yabe), Т. Охира (Tetsuya Ohira), М. Мураками (Michio Murakami) (гл. 6)

Консультант-переводчик *И. Абедковская (I. Abedkouskaya)*

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра общей гигиены, экологии и радиационной медицины Гомельского государственного медицинского университета (зав. кафедрой — кандидат мед. наук, доцент *В.Н. Бортновский*;

зав. кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета, кандидат мед. наук, доцент *А.С. Александрович*;

доцент кафедры современных технологий перевода Минского государственного лингвистического университета, кандидат филол. наук, доцент *Т.И. Голикова*

Р15 Радиационная медицина = Radiation Medicine : учеб. пособие для иностранных студентов / А.Н. Стожаров [и др.] ; под ред. проф. А.Н. Стожарова. — Минск : Новое знание, 2020. — 205 с. : ил.

ISBN 978-985-24-0045-9.

В учебное пособие включены основные программные теоретические разделы радиационной медицины, необходимые для понимания процессов лучевого повреждения человека и, соответственно, для проведения профилактических мероприятий, снижающих негативные последствия воздействия ионизирующих излучений. Приведены факты о глобальных радиационных авариях современности: аварии на Чернобыльской АЭС, Фукусимской АЭС (Япония), а также данные о последствиях бомбардировок японских городов Хиросимы и Нагасаки.

Для студентов медицинских высших учебных заведений, обучающихся на английском языке. Может быть использовано для обучения студентов других специальностей, а также магистратов и аспирантов.

УДК 614.876.084(075.8)-054.6
ББК 53.6я73

Учебное издание

Стожаров Александр Николаевич
Прудников Георгий Александрович
Квиткевич Людмила Александровна и др.

РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

RADIATION MEDICINE

Учебное пособие

Ответственный за выпуск — *С.В. Исаенко*

Подписано в печать 25.06.2019. Формат 60×90^{1/16}. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,81 + 0,25. Уч.-изд. л. 12,04 + 0,26. Тираж 800 экз. Заказ №

Общество с ограниченной ответственностью «Новое знание». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/276 от 23.12.2015. Пр. Пушкина, д. 15а, Минск, Республика Беларусь. Почтовый адрес: а/я 79, 220050, Минск, Республика Беларусь. Телефон/факс: (10-375-17) 360-20-02; e-mail: nk@wnk.biz http://wnk.biz



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат».
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93
www.oaompk.ru, www.oaompk.rf, тел.: 8-495-745-84-28, 8-49638-20-685

Table of Contents

Foreword.....	7
Abbreviation.....	9
Chapter 1. Effects of ionising radiation	12
1.1. Concept of Radiation Medicine.....	12
1.2. Physical basis of the action of ionizing radiation.....	13
Characteristics of the main types of ionizing radiation.....	14
The concept of radioactivity. The Law of radioactive decay.....	16
Types of nuclear transformation.....	18
1.3. The effects of ionizing radiation on the biological objects.....	24
Stages of the biological action of ionizing radiation.....	24
The basic properties of ionizing radiation.....	25
Interaction of alpha and beta particles with the matter.....	26
Interaction of gamma radiation with the matter.....	28
Interaction of neutron radiation with the matter.....	30
Direct and indirect effects of ionizing radiation.	
Radiolysis of water. Oxygen effect.....	31
Ionizing radiation effects on proteins, lipids and carbohydrates (chemical stage).....	34
Radiation effects on nucleic acids.....	35
Repair of the damaged DNA.....	36
Cell response to ionizing radiation.....	39
1.4. Introduction to dosimetry.....	40
1.5. Radiometry and dosimetry.....	44
1.6. Methods of ionizing radiation registration.....	46
Physical methods of ionizing radiation detection.....	46
Film dosimetry.....	49
Biological methods of radiation detection.....	50
Biophysical method of radiation detection in tissues.....	53
Calculated methods of radiation detection.....	54
The assessment of the incorporated radioactivity and internal dose by human counter.....	55

Chapter 2. Public exposure. Background radiation levels	60
2.1. Natural background radiation	60
Radioactive decay series.....	62
Radionuclides not included in the radioactive series.....	72
2.2. Technogenically modified radiation background.....	73
Chapter 3. Biomedical consequences of irradiation	78
3.1. Radiosensitivity. Radiation damage of human	78
Radiosensitivity at different levels of the organism	79
Radiosensitivity in the prenatal development period	81
Reaction to irradiation. Radiation syndromes.....	84
3.2. Acute radiation syndrome	86
Organization measures and treatment guidelines of ARS	92
Chronic radiation sickness.....	94
Local radiation injuries	97
Principles of treatment	100
3.3. Deterministic and stochastic effects of radiation.....	102
Small doses and radiation hormesis.....	103
Deterministic effects	104
Stochastic effects.....	107
Genetic effects	109
Somatic effects.....	109
Chapter 4. Atomic bombing at Hiroshima and Nagasaki.....	110
4.1. Atomic bombing and acute health effects	110
4.2. Malignancies	111
4.3. Non-malignant diseases	117
Chapter 5. Chernobyl accident.....	120
5.1. Causes of accident, pollution of the territory, formation of the dose.....	120
5.2. The types of impact of Chernobyl radionuclides on the human body.....	123
5.3. Characteristics of the main groups of radionuclides.....	129
5.4. Principles of protective measures.....	135

5.5. Medical consequences of the Chernobyl accident	137
Thyroid cancer.....	138
Overall morbidity and mortality among emergency workers (liquidators) of the Chernobyl accident.....	140
Health status of evacuated people	141
The health status of people living in the contaminated areas	142
Health status of children and adolescents.....	143
5.6. Clinical examination of belarusian population exposed after Chernobyl accident.....	144
Tasks of special clinical examinations	144
Groups of primary medical registration, frequency and score of dispensary observation.....	145
Chapter 6. Fukushima disaster	148
6.1. Summary of the accident.....	148
6.2. Effects on the workers.....	151
Dose assessment of NPP Workers.....	151
Medical responses for injured/overexposed NPP workers.....	151
6.3. Effects on the population	154
Acute-phase evacuation and problems.....	154
Long-term relocation and problems.....	156
Monitoring results of air dose rate	158
Water and food contamination.....	160
Dose assessment at initial and chronic phase: external and internal	164
Radiation anxiety.....	167
Effects of evacuation on cardiovascular risk factors.....	169
Risk trade-off in Fukushima	171
Chapter 7. Radiation safety.....	173
7.1. Documents regulating provision of radiation safety	173
Basic principles of radiation protection and safety.....	174
Control and registration of individual doses of the population under medical X-ray examinations.....	174
Categories of exposed people	176

Requirements for ensuring radiation safety of the personnel and the public while carrying out activities associated with the use of nuclear energy and ionizing radiation sources.....	179
7.2. Radiation dosimetric monitoring.....	181
International nuclear event scale.....	182
Measures to protect the public and workers in case of accidents.....	186
Protection concept for people of Belarus during the accident at a nuclear physical installation	187
7.3. Principles of dose load reduction while residing on the contaminated territories	189
7.4. Recommendations for population concerning nutrition and healthy lifestyles during living on the contaminated areas	192
Measures to reduce radionuclide entrance into the organism.....	192
Measures which limit radionuclide absorption by the organism.....	195
Measures aimed to accelerate the elimination of radionuclides from the body	196
Measures for prevention of radionuclide action on biological molecules	196
References.....	198
Multiple and submultiple of units and their prefix and designation	204