

高等学校教学参考书

核辐射事故的医学处理

郭力生 葛忠良 主编

刘雪桐 史元明 审校

原子能出版社

高等学校教学参考书

核辐射事故的医学处理

郭力生 葛忠良 主编
刘雪桐 史元明 审校

原子能出版社



京新登字 077 号

高等学校教学参考书

核辐射事故的医学处理

郭力生 葛忠良 主编

刘雪桐 史元明 审校

责任编辑 鲍世宽

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本 850×1168 1/32·印张 14·字数 364 千字

1992 年 6 月北京第一版·1992 年 6 月北京第一次印刷

印数 1—2500

ISBN 7-5022-0581-0

R·11(课) 定价:4.50 元

内 容 简 介

本书概括了国外辐射事故的最新资讯,结合国内辐射事故医学救治经验和有关的科研成果,着重介绍了核辐射事故的医学处理和防治知识。全书共分十六章,简明系统地介绍了国内外辐射事故概况及其基本特点和防护措施;阐述了核辐射事故医学应急的管理与分级救治、核辐射事故时的辐射监测和对人员受照剂量的估算以及电离辐射损伤作用的基本原理和某些因素的影响;论述了急性放射病的临床经过、诊断和治疗、辐射防护剂、核事故时主要放射性核素的毒理学及体内污染的医学处理、皮肤放射损伤的临床特点和治疗、放射性物质污染皮肤及伤口的处理、放射复合伤的特点和诊断治疗、小剂量电离辐射的生物效应与处理原则以及电离辐射的远后效应。

本书系教学参考书。全书注意理论联系实际,既叙述了基本理论,又介绍了实际应用中的一些具体经验。本书可供高等医学院校的放射医学、放射卫生学等有关专业的师生参考,也可供参加核辐射事故医学应急救援的医务工作者、辐射防护工作人员参考。对制定核事故医学应急计划或对公众采取干预措施时也可作为参考。

前 言

电离辐射的应用和核能领域的发展,对促进我国的生产建设具有重要意义。实践证明,核能是一种较“清洁”的能源,核工业保持着较好的安全记录。但实践经验也表明,为确保安全,虽然采取了一系列安全防护措施,核事故的发生仍不能完全避免。

近年来,国外先后发生了几次重大核事故,特别是1986年4月苏联发生的切尔诺贝利核电站事故,引起国际上的极大关注。有关国际组织和国家就如何防止发生核事故,以及一旦发生事故时如何正确处理、积极救援、防止或减轻事故后果等问题进行了广泛探讨。

核事故的发生概率虽低,但发生突然,有时后果严重,涉及范围广,受累人数多,可造成较大的社会 and 心理学影响,远期效应的观察和评价费时较长。因而核事故应急救援所需人力、物力往往较大,必须坚持预防为主、有备无患的原则。

核辐射事故的医学应急救援是整个应急救援工作的重要组成部分,其主要任务是对不同类型、不同程度的放射损伤、放射复合伤及其它损伤进行医学处理,保证人员的安全与健康;对辐射照射的后果进行医学观察与评价;对有关人员及广大公众进行必要的宣传教育,使其对电离辐射的特点、作用、危害及防护措施等,有科学的、正确的认识。为完成这些任务,除一般医学救治的理论、技术和装备外,还需了解与放射损伤防、诊、治有关的专业理论、技术、设备及药品。为此,本书重点介绍了与核辐射损伤救治有关的专业知识。为了更全面地了解发生核辐射事故时与核事故医学处理有关的知识,对国内外发生核辐射事故的概况、放射损伤的基本原理、辐射监测、人员所受内外照射剂量的估算以及核事故的基本特点和防护措施等,也作了简要介绍。本书除可作为高等医学院校有关专业的教学用书外,也可作

为核辐射事故医学应急救援工作的参考资料。

参加本书编著者(按章序)有:郭勇、杨世魁、郭力生、葛忠良、梁德明、叶常青、魏康、张卿西、蒋本荣、黄士敏、叶根耀、毛秉智、李盈棋、阎效珊、谢国良、杨志祥、赵青玉、金瑾珍、陈尚廉。

对核辐射事故,特别是大型核事故的医学应急处理中的一些问题尚待进一步探索,书中难免有不当之处,恳请读者指正。

本书编写中得到魏履新、吴德昌、夏寿萱、常世琴等教授的指导和帮助,特此致谢。

编者

1990年8月

目 录

第一章 国内外核辐射事故概况	(1)
第一节 核辐射事故统计	(1)
一、临界事故	(1)
二、反应堆污染环境事故	(1)
三、外照射事故	(2)
四、内照射事故	(2)
第二节 典型的核辐射事故简介	(2)
一、反应堆事故	(2)
二、爆炸事故	(7)
三、加速器事故	(8)
四、丢源事故	(8)
五、辐照装置事故	(9)
第二章 核辐射事故的基本特点和防护措施	(33)
第一节 核事故的基本特点	(33)
一、事故发展迅速,全过程可分为三个阶段	(33)
二、可有多种照射来源和途径	(35)
三、可释放出多种放射性核素,照射方式和受照组织器官 不同,起重要作用的核素不同	(35)
四、影响范围广,涉及人数多,作用时间长	(37)
五、可造成较大的社会 and 心理学影响	(38)
六、需要的救援力量较大	(39)
第二节 主要防护措施	(40)
一、对环境进行辐射监测	(40)
二、估算人员受照剂量	(40)
三、确定干预剂量水平、导出干预水平和应急照射水平	(40)
四、对人员采取防护措施	(40)

五、对人员的医学处理	(46)
六、其它救援措施	(47)
第三节 核辐射事故的干预水平、导出干预水平和应急照射水平 ...	(47)
一、有关的辐射生物效应	(47)
二、采取干预措施的基本原则和应注意的问题	(49)
三、干预剂量水平	(52)
四、导出干预水平	(56)
五、应急照射水平	(64)
第三章 核辐射事故医学应急的管理和分级救治	(67)
第一节 切尔诺贝利核电站事故的基本经验	(67)
一、统一领导,建立完整的应急救援体系	(67)
二、大力协同,全面完成医学应急救援任务	(70)
三、值得重视的几个问题	(74)
第二节 我国核安全、辐射防护和事故应急的监督管理	(75)
一、发展概况	(76)
二、核辐射安全防护法规和标准体系	(77)
三、监督管理部门及其主要任务	(79)
第三节 核辐射事故的分级医疗救治	(81)
一、一级医疗救治	(82)
二、二级医疗救治	(85)
三、三级医疗救治	(86)
四、辐射伤员的早期劳动力鉴定与长期医学观察	(87)
第四章 核辐射事故时的辐射监测	(89)
第一节 场外应急辐射监测的基本设想	(90)
一、防护行动决策	(90)
二、释放物的组成和放射性物质在环境中的弥散	(91)
三、应急辐射监测系统	(92)
第二节 烟羽照射途径监测	(95)
一、验证预期剂量分布图的方法	(96)

二、测量源项的选择	(96)
三、对监测仪器的要求和选择	(97)
四、巡测队的展开	(100)
第三节 对应急工作人员的监测	(100)
一、 γ 外照射剂量监测	(101)
二、甲状腺监测	(102)
三、皮肤和衣服污染监测	(103)
四、事故后监测	(103)
第四节 食品和水的放射性监测	(104)
一、对牛奶途径的监测	(104)
二、对非奶类食品和水的监测	(106)
第五节 一般核事故的辐射监测	(109)
一、工作场所监测	(109)
二、个人剂量监测	(109)
第五章 核辐射事故时对人员受照剂量的估算	(112)
第一节 外照射剂量的估算	(112)
一、事故后对物理剂量估计的要求	(112)
二、事故受照条件的确定	(116)
三、事故后物理剂量测量	(117)
四、生物剂量的测定	(123)
五、事故剂量的表示方法	(126)
六、事故剂量评价	(137)
第二节 内照射剂量的估算	(139)
一、事故内照射剂量评价的要求	(139)
二、个人体内污染量监测方法	(141)
三、公众体内污染量估算方法	(145)
四、监测结果的评价	(149)
第六章 电离辐射损伤作用的基本原理	(167)
第一节 概述	(167)

第二节	电离辐射的原初作用	(168)
一、	射线与水分子的作用	(169)
二、	射线与生物分子的作用	(170)
三、	氧效应	(171)
第三节	电离辐射对生物大分子及亚细胞结构的作用	(172)
一、	电离辐射对 DNA 的影响	(172)
二、	电离辐射对 RNA 的影响	(177)
三、	电离辐射对酶和蛋白质的影响	(179)
四、	电离辐射对膜结构的影响	(181)
第四节	电离辐射对细胞的效应	(183)
一、	辐射对细胞周期进程的影响	(184)
二、	辐射对染色体的影响	(185)
三、	辐射引起的细胞死亡	(187)
第五节	电离辐射致突变与致癌的机理	(193)
一、	辐射致突变的特点与机理	(193)
二、	辐射致癌的机理	(194)
第七章	影响辐射损伤的一些因素	(197)
第一节	辐射效应的几个基本问题	(197)
一、	不同水平不同种类的辐射效应	(197)
二、	致死效应和各种致死量的概念	(198)
第二节	一些因素对辐射效应的影响	(199)
一、	辐射敏感性的影响	(199)
二、	射线品质的影响	(202)
三、	照射方式及条件的影响	(206)
四、	照射前后其它条件的影响	(208)
第三节	事故性照射损伤的若干问题	(209)
一、	几个常见的问题	(209)
二、	不均匀照射所带来的问题	(210)
第八章	急性放射病的临床经过和诊断	(213)

第一节	急性放射病的临床经过	(213)
一、	急性放射病的临床特点	(213)
二、	急性放射病的分类	(214)
三、	急性放射病的临床表现	(215)
第二节	急性放射病的诊断	(219)
一、	早期分类诊断	(219)
二、	临床诊断	(224)
第九章	急性放射病的治疗	(233)
第一节	治疗原则	(234)
一、	狠抓早期, 兼顾极期	(234)
二、	抗辐射药物的早期应用	(234)
三、	改善微循环或造血微环境的措施	(235)
四、	对症综合治疗	(236)
第二节	治疗措施	(243)
一、	轻度骨髓型急性放射病的治疗	(243)
二、	中、重度骨髓型急性放射病的治疗	(243)
三、	极重度骨髓型急性放射病的治疗	(245)
四、	肠型急性放射病的治疗	(247)
五、	脑型急性放射病的救治	(249)
六、	护理和饮食营养	(250)
第三节	造血干细胞移植在急性放射病治疗中的应用	(251)
一、	骨髓移植	(251)
二、	胎肝造血干细胞移植	(262)
三、	外周血造血干细胞移植	(264)
第十章	辐射防护剂	(267)
第一节	辐射防护剂的分类及其作用特点	(268)
一、	辐射防护剂的分类	(268)
二、	辐射防护剂的作用特点	(269)
第二节	辐射防护剂的应用及其存在的问题	(269)

	一、人体应用辐射防护剂的可能抗放效价	(270)
	二、辐射防护剂人体效价的判断	(270)
第三节	几个有实用意义的辐射防护剂	(272)
	一、盐酸胱胺	(272)
	二、二乙基硫辛酰胺	(273)
	三、雌三醇	(275)
	四、523	(277)
	五、408 片	(279)
第四节	雌三醇、408 片综合治疗急性放射病人的效果	(281)
	一、病例简介及诊断	(281)
	二、主要治疗措施	(282)
	三、治疗效果	(283)
	四、雌三醇的副作用	(285)
	五、雌三醇、408 片在综合治疗中的作用	(285)
	六、对辐射事故病例使用雌三醇、408 片的建议	(286)
第十一章	核事故时主要放射性核素的毒理学	
	及体内污染的医学处理	(288)
第一节	主要放射性核素的毒理学	(289)
	一、放射性碘	(289)
	二、放射性铯	(294)
	三、放射性铊	(298)
	四、放射性铷	(306)
	五、其它放射性核素	(314)
第二节	体内放射性核素污染的医学处理	(316)
	一、核事故对公众内照射的作用特点及医学处理原则	(316)
	二、医学处理措施	(317)
第十二章	皮肤放射损伤的临床特点及治疗	(332)
第一节	概述	(332)
	一、皮肤放射损伤的发生情况	(332)

	二、皮肤放射损伤的分类	(333)
第二节	影响皮肤放射损伤的因素	(334)
	一、受照剂量及射线种类	(334)
	二、剂量率与间隔时间	(335)
	三、受照面积	(336)
	四、生物学因素	(336)
	五、理化因素	(337)
	六、影响落下灰损伤皮肤的因素	(337)
第三节	病理变化	(339)
	一、急性皮肤放射损伤	(339)
	二、慢性皮肤放射损伤	(341)
第四节	临床表现	(343)
	一、急性皮肤放射损伤	(343)
	二、慢性皮肤放射损伤	(346)
	三、放射性落下灰所致皮肤损伤的临床特点	(347)
第五节	诊断	(348)
	一、射线接触史	(348)
	二、症状与体征	(349)
	三、损伤程度的判断	(349)
	四、鉴别诊断	(350)
第六节	治疗	(351)
	一、早期处理	(351)
	二、全身治疗	(351)
	三、创面处理	(353)
第十三章	放射性物质污染皮肤及伤口的处理	(360)
第一节	放射性物质污染皮肤的处理	(360)
	一、放射性物质在皮肤上固着及除污染的原理	(360)
	二、几种常用除污染方法及洗消剂	(361)
	三、皮肤污染的洗消	(363)

第二节	放射性物质污染伤口的处理	(364)
一、概述	(364)	
二、放射性物质从伤口的吸收与转移	(365)	
三、不同类型伤口污染的特点	(366)	
四、伤口内放射性污染物的结局及组织反应	(366)	
五、伤口的处理及外科考虑	(367)	
六、动物实验结果简介	(368)	
第十四章	放射复合伤的特点及诊断、治疗	(373)
第一节	概述	(373)
一、放射复合伤的发生情况	(373)	
二、放射复合伤的类型和分度	(373)	
第二节	以放射损伤为主的放射复合伤	(374)
一、放射损伤起主导作用	(374)	
二、烧伤和创伤对放射损伤的加重作用	(374)	
三、放射损伤对烧伤、创伤愈合的影响	(378)	
四、放烧创复合伤的临床表现	(379)	
第三节	以烧伤为主的放射复合伤	(382)
一、烧伤起主导作用	(382)	
二、放射损伤对烧伤的加重作用	(382)	
三、烧放创复合伤的临床表现	(383)	
第四节	放射复合伤的诊断	(384)
一、早期分类	(384)	
二、临床诊断	(385)	
第五节	放射复合伤的急救和治疗	(386)
一、急救	(386)	
二、治疗	(387)	
第十五章	小剂量电离辐射效应	(390)
第一节	小剂量一次照射效应	(391)
一、近期效应	(391)	

	二、远期随访观察结果	(395)
第二节	小剂量慢性照射效应	(396)
	一、临床表现	(396)
	二、危害评价	(398)
第三节	外照射慢性放射病的诊断及处理原则	(400)
	一、临床表现	(401)
	二、诊断和处理原则	(402)
第十六章	电离辐射的远后效应	(405)
第一节	概述	(405)
	一、辐射生物效应的分类	(405)
	二、远后效应的资料来源	(406)
	三、影响辐射远后效应分析、评价的因素	(407)
第二节	非随机性效应	(408)
	一、辐射对生殖系统的影响	(408)
	二、辐射对胎儿的影响	(409)
	三、辐射对眼晶体的影响——放射性白内障	(410)
第三节	随机性效应	(415)
	一、几个基本概念	(415)
	二、致癌效应	(416)
	三、遗传效应	(424)

第一章 国内外核辐射事故概况

在核技术的应用中,辐射事故时有发生。早期的事故多发生在某些医疗单位与研究部门。40年代后,各种辐射技术的应用领域扩大,辐射事故的频度和数量也有所增加。除核工业生产中的事故外,在核技术应用中也发生了各种类型的辐射事故。主要有核反应堆元件熔化,核材料超临界,核设施内放射性物质异常排入环境,运输事故,爆炸,火灾,放射源丢失,辐照装置事故以及医疗照射事故等。这些事故造成了人员伤亡、环境污染和经济损失。本文收集了公开文献报道的自1945年以来国内外在核技术应用中发生的重要事故。所谓重要事故,是指事故中使人员受到超剂量限值的照射并需做医学处理,或造成大范围的污染及较大的社会影响。

第一节 核辐射事故统计

根据事故的性质,将国内外的核辐射事故大体上分为四种类型。

一、临界事故

包括反应堆、临界装置及核材料的临界事故。1945—1983期间发生20起,6人死亡(见附表1.1)。

二、反应堆污染环境事故

1955—1986期间有14起较大的反应堆污染环境事故,造成大面积污染和人员的辐射损伤,在事故中救援工作人员死亡34人(见附表1.2—1.5)。

三、外照射事故

这是指除反应堆和临界事故以外的外照射事故。1948—1987 期间发生 59 起,涉及 20 个国家或地区,死亡 27 人(见附表 1.6)。

四、内照射事故

1961—1987 期间发生 13 起,有 2 人死亡。

各类事故的发生时间和地点、事故经过、死亡情况等分别列于附表 1.1—1.7 中,其中对于切尔诺贝利事故受照人员的病情分组和剂量给出了较为详细的数据。按 Lushbaugh 在第二届放射事故医疗基础与处理国际会议上的报告,1944—1988 年 3 月世界各地的放射事故中,受到全身照射的剂量当量大于 0.25 Sv 或局部照射的剂量当量大于 6 Sv 者达 24853 名,共死亡 69 人(见附表 1.7)。

第二节 典型的核辐射事故简介

一、反应堆事故

以核能生产为核心的反应堆或核电厂自问世以来,已运行 5040 多堆年,给人类带来了巨大的效益。但应该指出,它也具有一定的潜在危害,有可能因设备故障或人为失误,使核燃料元件烧结,管道和容器破裂等,导致放射性物质向环境泄漏等事故。下面列举主要的三起核辐射事故。

1. 英国温茨凯尔军用堆事故

1957 年 10 月 8 日,英国军用的温茨凯尔石墨气冷反应堆(Windscale-1),由于工作人员误操作使堆芯 150 根工艺管熔化,反应堆石墨起火,大火燃烧 3 天。气载放射性物质从温茨凯尔向周围地区扩散,影响到欧洲大陆。据估计,向环境释放的放射性¹³¹I 为 740 TBq,¹³⁷Cs 为 44 TBq,¹⁰⁶Ru 为 12 TBq,¹³³Xe 为 1.2 PBq。事故现场附近居民最大剂量估计为 10 mGy,伦敦儿童甲状腺的受照剂量为 0.8