

核辐射事故 医学救援技术手册

毛秉智◎主编



HEFUSHE SHIGU

YIXUE JIUYUAN JISHU SHOUCE

军事医学科学出版社

核辐射事故医学救援 技术手册

主 编 毛秉智
编 写 毛秉智 鲁华玉 杨国山
朱茂祥 陈 英 陈肖华
谢向东 罗庆良 蒋铭敏

军事医学科学出版社
· 北 京 · 2004

图书在版编目(CIP)数据

核辐射事故医学救援技术手册/毛秉智主编.

—北京:军事医学科学出版社,2004.4

ISBN 7-80121-558-3

I.核… II.毛… III.急性病:放射病-诊疗-技术手册

IV.R818.71-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 020265 号

出 版:军事医学科学出版社

地 址:北京市海淀区太平路 27 号

邮 编:100850

联系电话:发行部:(010)66931034

66931048

编辑部:(010)66931127

传 真:(010)68186077

E-MAIL:mmsped@nic.bmi.ac.cn

印 刷:潮河印装厂

装 订:潮河印装厂

发 行:新华书店总店北京发行所

开 本:787mm×1092mm 1/32

印 张:6.5

字 数:150 千字

版 次:2004 年 7 月第 1 版

印 次:2004 年 7 月第 1 次

印 数:1-3000 册

定 价:10.00 元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

· 内 容 提 要 ·

本书介绍了核辐射事故及核辐射恐怖活动医学救援的相关技术。主要包括:电离辐射概述、核武器与核辐射事故杀伤效应及特点、核辐射恐怖活动的可能性及危害、急性辐射损伤的物理和生物剂量评估、辐射防护概述、放射性核素污染的监测与医学处理、急性放射病和放射复合伤的诊治、辐射损伤的心理效应及处理、核辐射损伤的三级救治等。本书侧重实用技术,内容系统翔实。

本书可供临床医护人员参加核事故或核辐射恐怖活动医学救援时参考,也可作为专业培训的实用教材。

序



当历史的车轮驶进蓬勃发展的新世纪，核能的利用正伴随着科学技术的迅猛发展发生革命性的变化，为世界各国国民经济的发展已经并将继续做出巨大的贡献。但是，核能作为一把双刃剑也在通过不同的方式威胁着人类的安全。核电站如雨后春笋般屹立在世界的每个角落，放射性物质泄露事故时有发生；低当量、微型化战术核武器研制成为各军事强国的战略重点，常规核战争逐步成为现实；核材料走私泛滥正为国际恐怖主义分子供又一种威慑人类的危险手段……，世界正被笼罩在核辐射突发事件的阴霾中。毫无疑问，“核安全”已经成为世界人民普遍关注的热点，如何正确认识核辐射的性质与特点，有效的防范和处置核与辐射突发事件对人类生命健康产生的危害，更是摆在我们医学工作者面前有待攀登的科学“高峰”。

减轻核与辐射突发事件带给人们的危害、满足人们对核医学防护知识的需求，是放射医学科学工作者义不容辞的职责，

本书正应此而生。它不但翔实地阐述了核武器及核事故的相关知识，更从实践出发，介绍了核与射突发事件医学求援相关技术。

当此书散发着淡淡的墨香呈现于面前的时候，我既想表达自己作为第批读者的初览之情，又要感谢作者几十年从事核医学防护研究所凝聚于此书科学真谛的无私奉献。我深信此书将成为从事核辐射医学专业的科研及临床工作者的“良师益友”。



Handwritten signature and date: 2004.3.4

前 言

随着科学技术的进步,核技术已广泛用于国民经济的众多领域,如核动力、科学研究、疾病诊治等,促进了人类文明的发展。由于核技术的日趋完善,核技术应用的安全性也在不断提高。但因管理不善、违章操作、放射源丢失等原因,发生核辐射事故致千万人员伤亡和环境污染的可能性还是存在的。“9.11”事件以来,恐怖组织(分子)企图直接使用其掌握的核材料、核爆炸装置或蓄意破坏核设施、袭击核材料装运工具,造成较严重的核毁伤或核辐射危害,以期破坏重要设施及目标,危害人民生命安全,引起公众恐慌和扰乱社会。对此,我们必须给予极大的关注和警惕。

核事故或核恐怖事件的医学救援是应急救援的重要环节,因此受到各国的高度重视。由于急性放射损伤平时很少发生,相关知识和诊治技术不够普及。为了使广大医务工作者了解急性放射损伤的基础知识和相关的救治技术,做好核事故或核恐怖事件的医学处理的技术准备,我们编写了这本《核事

故医学救援技术手册》。

本手册的主要内容有:电离辐射生物效应概述、核武器与核辐射事故损伤效应、物理和生物剂量估算方法、辐射防护基本知识、急性放射病和放射复合伤的诊治技术、辐射损伤的心理效应及处理、放射损伤三级救治等。在编写中,我们侧重相关基础知识和实用技术,在总结前人经验的基础上,充分吸收国内外的最新进展和救治经验,以确保其先进性和实用性。

希望本手册的出版对落实核事故及核恐怖事故医学救援的准备产生积极的影响。不足之处,恳请广大读者给予指正。

编 者

2003 年 1 月 14 日

目 录

第一章 电离辐射概述	(1)
第一节 电离辐射	(1)
一、电离辐射的发现.....	(1)
二、电离辐射的本质.....	(1)
三、电离辐射的来源.....	(2)
四、电离辐射的计量单位.....	(4)
第二节 电离辐射的生物效应	(5)
一、确定性生物效应.....	(5)
二、随机性生物效应.....	(5)
第二章 核武器杀伤效应及特点	(7)
第一节 核武器的杀伤因素	(7)
一、冲击波.....	(7)
二、光辐射.....	(9)
三、早期核辐射.....	(10)
第二节 核武器致伤的特点	(12)

一、冲击伤·····	(12)
二、光辐射烧伤·····	(15)
三、早期核辐射损伤·····	(17)
四、复合伤·····	(18)
第三节 核武器的杀伤范围·····	(21)
第三章 核或辐射事故损伤效应及特点·····	(28)
第一节 核反应堆事故·····	(28)
一、事故原因·····	(28)
二、核反应堆事故的损伤效应及特点·····	(28)
第二节 临界事故·····	(29)
一、临界事故的原因·····	(29)
二、临界事故致伤效应及特点·····	(29)
第三节 放射源事故的原因及特点·····	(30)
一、放射源丢失被拾或被盗·····	(30)
二、放射源安全装置失灵或操作失误·····	(30)
三、放射性同位素应用失误事故·····	(31)
第四节 核辐射恐怖活动的可能性及危害·····	(31)
一、核辐射恐怖活动的可能性·····	(31)
二、恐怖活动的危害·····	(32)
第四章 急性放射损伤的物理剂量估算·····	(34)
第一节 目的意义·····	(34)
第二节 常用的量与单位·····	(35)
一、描述辐射源的量·····	(35)
二、描述生物效应的量·····	(36)
第三节 适用条件·····	(37)

一、照射方式·····	(37)
二、照后时间·····	(38)
三、剂量范围·····	(38)
第四节 估算方法·····	(38)
一、资料获取·····	(38)
二、物理测量·····	(41)
三、剂量估算·····	(45)
第五节 物理剂量的评价·····	(52)
一、误差要求·····	(52)
二、影响因素·····	(53)
三、结果评价·····	(54)
 第五章 急性放射损伤的生物剂量估计·····	(56)
第一节 概要·····	(56)
第二节 染色体畸变分析测定方法·····	(57)
一、淋巴细胞的培养及染色体标本的制备·····	(57)
二、染色体畸变的分析·····	(60)
三、剂量-效应刻度曲线的建立·····	(63)
第三节 淋巴细胞微核作为辐射损伤的辅助诊断指标·····	(66)
一、淋巴细胞微核·····	(66)
二、微核测定方法·····	(66)
三、注意事项·····	(68)
 第六章 辐射防护简述·····	(69)
第一节 辐射卫生防护·····	(69)
一、辐射防护中使用的量·····	(69)

二、辐射防护的主要概念·····	(71)
三、剂量限值·····	(73)
第二节 放射工作人员外照射个人监测·····	(75)
一、目的和作用·····	(75)
二、监测的类型·····	(76)
三、监测范围和监测周期·····	(76)
四、个人剂量计的佩戴及使用·····	(76)
五、个人剂量计性能要求·····	(77)
六、皮肤剂量监测·····	(78)
七、剂量评估·····	(78)
八、记录和保存·····	(79)
第三节 战时参战人员的核辐射控制量·····	(80)
一、一般要求·····	(80)
二、全身外照射剂量控制·····	(80)
三、放射性落下灰摄入量控制·····	(81)
四、放射性落下灰在各种表面污染的控制水平·····	(81)
五、复合照射的剂量控制·····	(82)
第四节 战时对核辐射及放射性污染的防护·····	(82)
一、全身外照射防护·····	(82)
二、对体表及体内沾染的防护·····	(86)
第七章 放射性核素污染的监测与医学处理·····	(88)
第一节 放射性核素污染的监测·····	(88)
一、辐射级监测·····	(89)
二、个人剂量监测·····	(90)
三、表面污染监测·····	(96)
四、环境放射性污染监测·····	(99)

五、体内污染监测·····	(102)
第二节 放射性污染的医学处理·····	(109)
一、医学处理原则·····	(109)
二、污染史调查·····	(111)
三、减少吸收·····	(112)
四、医学登记与医学检查·····	(114)
五、内污染的促排·····	(115)
 第八章 急性放射病的临床表现和诊断·····	(120)
第一节 急性放射病的发病条件和特点·····	(120)
一、急性放射病的发病条件·····	(120)
二、急性放射病发病学特点·····	(120)
第二节 急性放射病的分型和临床表现·····	(121)
一、骨髓型急性放射病·····	(121)
二、肠型急性放射病·····	(125)
三、脑型急性放射病·····	(125)
第三节 急性放射病的诊断·····	(126)
一、早期病情分类诊断·····	(126)
二、临床诊断·····	(129)
 第九章 急性放射病的治疗·····	(137)
第一节 急性放射病的治疗原则·····	(137)
一、骨髓型急性放射病的治疗原则·····	(137)
二、肠型急性放射病的救治原则·····	(137)
三、脑型急性放射病的急救要点·····	(138)
第二节 骨髓型急性放射病的治疗·····	(138)
一、轻度骨髓型急性放射病的治疗·····	(138)

二、中度和重度骨髓型急性放射病的治疗·····	(138)
三、极重度骨髓型急性放射病的治疗·····	(143)
第三节 肠型急性放射病的救治·····	(145)
一、救治要点·····	(145)
二、主要救治措施·····	(146)
第四节 脑型急性放射病的急救要点·····	(147)
第十章 放射复合伤的诊治要点·····	(149)
第一节 放射复合伤的发生情况·····	(149)
一、复合伤的发生地域·····	(149)
二、放射复合伤的伤类·····	(150)
三、放射复合伤伤情划分·····	(150)
第二节 放射复合伤临床特点·····	(151)
一、以放射损伤为主的放射复合伤·····	(151)
二、以烧伤为主的放射复合伤·····	(153)
三、以冲击伤为主的放射复合伤·····	(153)
第三节 放射复合伤分类诊断·····	(154)
一、分类诊断原则·····	(154)
二、早期分类·····	(154)
三、临床诊断·····	(156)
第四节 放射复合伤急救与治疗·····	(158)
一、急救·····	(158)
二、治疗·····	(159)
第十一章 核辐射损伤心理效应与处理·····	(162)
第一节 概述·····	(162)
第二节 心理应激损伤的特点·····	(163)
第三节 影响心理损伤效应的主要因素·····	(165)

一、辐射危害可能存在的时间和大小·····	(165)
二、辐射危害对个人的影响程度·····	(165)
三、训练水平·····	(166)
四、预警(情报)·····	(166)
五、领导力和凝聚力·····	(166)
第四节 心理损伤效应的处理与预防·····	(167)
一、心理损伤效应的处理·····	(167)
二、预防·····	(168)
第十二章 核辐射损伤伤员的三级医学救治·····	(170)
第一节 一级医学救治(现场救护)·····	(171)
一、现场救护的组织机构与装备·····	(171)
二、现场救护的基本原则·····	(172)
三、现场救护的基本任务·····	(172)
四、现场救护的一般实施程序·····	(173)
第二节 二级医学救治(地区救治)·····	(175)
一、地区医学救治组织机构·····	(175)
二、地区医学救治基本任务·····	(176)
三、地区医学救治中应注意的问题·····	(177)
第三节 三级医学救治(专科救治)·····	(177)
一、专科医学救治组织机构·····	(177)
二、专科医学救治基本任务·····	(178)
三、专科医学救治的具体内容·····	(178)
附录·····	(181)
附录 1 核事故应急医学处理药箱简介·····	(181)
一、用途、结构与功能·····	(181)
二、主要药物及其使用方法·····	(181)
附录 2 常用辐射量单位的换算·····	(188)

第一章

电离辐射概述

第一节 电离辐射

一、电离辐射的发现

电离辐射是广泛存在于宇宙和人类生存环境中的自然现象。由于电离辐射的特殊性,长久以来人们没有感觉到它的存在,其实人类就是在天然本底辐射照射条件下进化、繁衍和发展的。

1895年,德国物理学家伦琴(Roentgen WR)发现了一种具有很强穿透力的射线,由于当时尚不了解其性质,被称为X射线。从此,人类开始逐渐认识了电离辐射。在电离辐射研究和应用的初期,人们对射线的危害和防护尚无系统的认识,使一些研究者和接受诊治的病人受到大剂量射线的照射,造成程度不同的放射损伤,甚至死亡。因此,人们在核辐射技术深入研究和开发应用过程中,也加强了辐射效应的防治研究。

二、电离辐射的本质

辐射是自古以来就存在于宇宙和人类生存环境中的一种物理现象。辐射按其本质可分为两大类:一类是电磁辐射,另

一类是粒子辐射。电磁辐射实质是电磁波,依频率和波长不同又可分为无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线等,这类辐射仅有能量而无静止质量。粒子辐射是指组成物质原子的一些基本粒子或原子核,包括电子、质子、中子、 α 粒子、 β 粒子和带电重粒子等,粒子辐射既有能量又有静止质量。

按与物质的作用方式,通常把辐射分为两类:电离辐射和非电离辐射。高速的带电粒子,如 α 粒子、 β 粒子、质子等,能直接引起被穿透的物质产生电离,属于直接电离粒子;致电离光子(如X射线和 γ 射线)及中子等不带电离子,是在与物质相互作用时产生带电的次级粒子而引起物质电离,属间接电离粒子。凡能与物质作用引起电离的辐射,统称为电离辐射。微波、紫外线、红外线等不会引起电离,称为非电离辐射。

三、电离辐射的来源

电离辐射的来源主要有:天然辐射照射、人工环境照射、医学辐射照射、职业辐射照射、事故性辐射照射。

1. 天然辐射照射

在地球上,所有生物体都在受到自然界中始终存在的电离辐射的照射,即天然辐射照射。此种电离辐射是来自外层空间和太阳表面的宇宙射线,以及地壳、建筑材料、空气、水、食物和人体内部存在的地球上的放射性核素。其中一些照射对地球各地所有人是相当恒定和均匀的,如食入含 ^{40}K 的食物所致的照射剂量。另外一些照射随所处的位置不同有较大变化,某些地方土壤中铀、钍的浓度偏高。房屋的建筑材料和设计通风系统明显地影响着室内放射性气体氡及其子体的水平。全球天然辐射照射所致个人年平均有效剂量为2.4 mSv。