

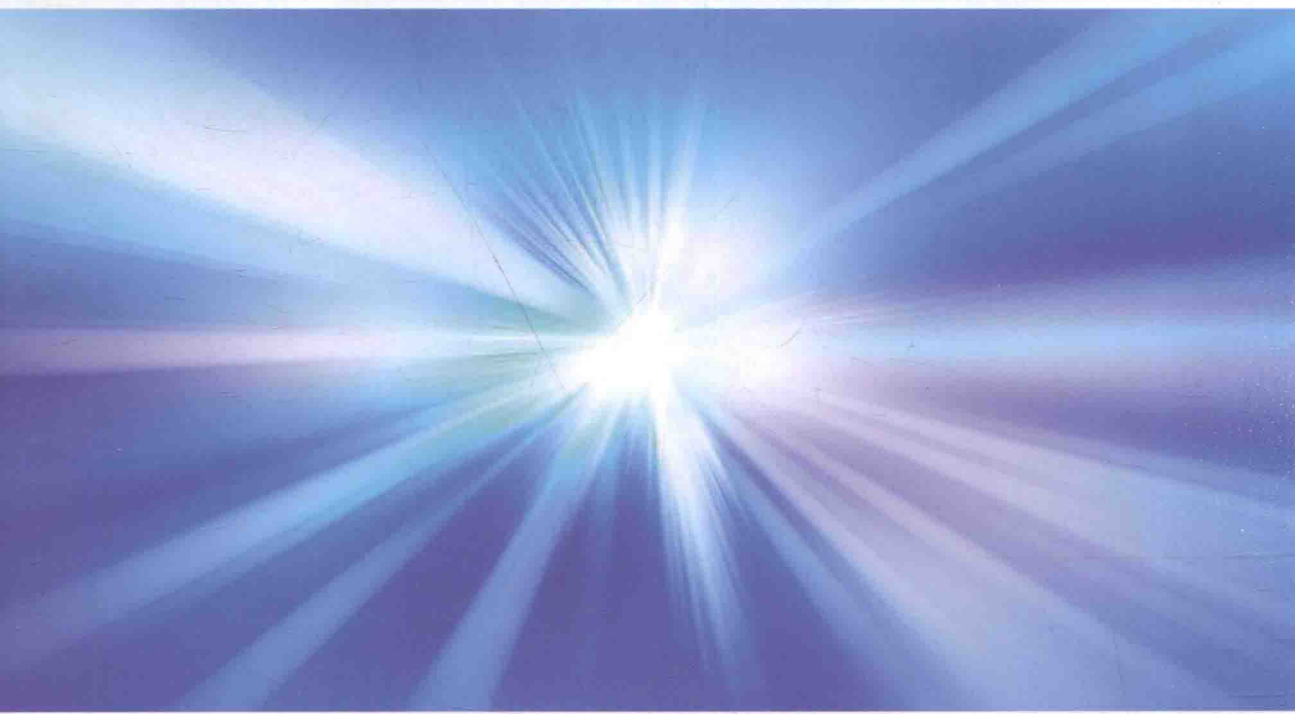


“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

医学放射生物学

(第四版)

龚守良 主编



中国原子能出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

医学放射生物学

(第四版)

主 编 龚守良

副主编 刘晓冬 金顺子 刘丽波 马淑梅

编 者 (按姓氏笔画排序)

马淑梅 王志成 王珍琦 朴春姬 刘丽波

刘晓冬 孙世龙 杨 巍 金顺子 赵 刚

贾立立 龚守良 梁 硕

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

医学放射生物学/龚守良主编—4版.—北京:中国原子能出版社,2015.6
ISBN 978-7-5022-6674-5

I. ①医… II. ①龚… III. ①放射医学-放射生物学-高等学校-教材 IV. ①R811.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第126866号

内 容 简 介

为适应高等医学教育改革和发展的需要,根据国家教育部“十二五”重点教材规划,编写了这部《医学放射生物学》,作为全国放射医学专业本科生教材。本教材包括放射生物学和放射损伤临床学两部分内容,是在2006年出版的《医学放射生物学》(第3版)的基础上,根据本学科的发展和当前的实际需要,全面进行修订和重新编写。全书23章,循序阐述电离辐射生物学作用的物理化学基础,对生物大分子、亚细胞结构、细胞和主要器官、系统的作用,以及放射肿瘤学基础、电离辐射诱发的全身性疾病、局部器官和组织损伤、恶性肿瘤和放射性复合伤等的发病规律、诊断标准和处理原则及核辐射事故医学应急处理等内容。

本书为高等院校放射医学专业本科生教材,亦可作为从事放射医学与卫生防护工作人员及有关医学、卫生专业工作者和研究生的参考书。

医学放射生物学(第四版)

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号 100048)
责任编辑 肖萍
装帧设计 马世玉
责任校对 冯莲凤
技术编辑 潘玉玲
印刷 北京九州迅驰传媒文化有限公司
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 40.25
字数 1004千字
版次 2015年6月第4版 2015年6月第1次印刷
书号 ISBN 978-7-5022-6674-5 定 价 98.00元

网址:<http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话:010-68452845

版权所有 侵权必究

前 言

电离辐射对生物体,乃至人体的作用,伴随着整个生命的进化史。自从伦琴(Röntgen)发现 X 射线后,特别是 20 世纪 40 年代后,人类受到人工电离辐射的机会越来越多。因此,电离辐射对机体产生的重要影响引起了人们的极大关注,并开始进行系统、全面的研究,逐渐确立了放射生物学(radiation biology, radio-biology)学科。

电离辐射可对人或生物机体的分子、亚细胞、细胞、组织和器官发生影响,在瞬间出现物理、物理化学和化学变化,并在随后的继发反应中使机体产生不同程度的生物效应。放射生物学是研究电离辐射对生命系统作用规律的科学。近些年,随着核物理学、细胞生物学和分子生物学等学科的进展,推动了放射生物学的空前发展;并且,通过更多学科的合作,应用先进的理论和方法,对电离辐射产生的生物学效应给予了定性分析和定量描述,因而衍生了系统放射生物学,使研究者的视角更加扩展,不断拓宽了放射生物学研究领域。

放射生物学是放射医学及临床相关学科(核医学和肿瘤放射治疗学等)的基础理论课;同时,以放射生物学的基本原理和理论,为学术界和政府制定相应的辐射防护标准,确立放射工作人员和一般人群可以接受的各种限值。因此,学习和研究这门学科具有重要的理论意义和实际价值,这也是为放射医学专业本科生编写《医学放射生物学》的宗旨。

1986 年,由我国著名的放射生物学家 刘树铮 教授主编了国内第一部《医学放射生物学》,由原子能出版社正式出版。以后,刘教授相继主编了本书的第 2 版(1998)和第 3 版(2006)。本书前 3 版的出版,在我国放射生物学和放射医学界产生了重要的影响,并充实和发展了放射生物学理论和实践,具有本国特点,也符合中国国情,因而获得了核工业部优秀教材奖(1987)和吉林省普通高等学校优秀教材奖(2007)。在此,作为第 4 版的主编,向刘教授及其他副主编、编者和中国原子能出版社的编辑人员,为本书作出的突出贡献,付出的心血和智慧,表示衷心的致敬和诚挚的谢意。

本书是在第 3 版的基础上,根据本学科和相关学科的发展以及当前的实际需要,进行了全面修订和重新编写。本书包括放射生物学和放射损伤临床学两部分内容。放射生物学部分阐述放射生物学的基本理论,包括电离辐射生物学作用的理化基础、电离辐射的分子生物学效应、电离辐射的亚细胞和细胞效应、

电离辐射对机体各系统的作用以及放射肿瘤学基础;放射损伤临床学部分阐述放射性疾病的发病因素、临床特点、诊断和治疗手段,包括外照射急性及亚急性放射病、小剂量外照射生物效应及外照射慢性放射病、放射性核素内照射的生物效应及内照射放射病、放射性皮肤疾病,其他局部放射性疾病、放射性复合效应与放射性复合伤、电离辐射诱发肿瘤和其他远后效应及核辐射事故医学应急处理。

参加本书的编写人员,除苏州大学放射医学与防护学院杨巍副教授外,其余的均为吉林大学公共卫生学院放射医学系人员。在编写本书时,编者力求使全书内容适合于放射医学、放射卫生、放射治疗和核医学等专业教学和培训的需要。并且,随着放射生物学理论的发展及其研究手段的不断更新,编者力图将最新研究成果融入有关章节中。但是,限于编者的学识和水平,难免有疏漏之处,甚至存在一些缺点和不足,尚希读者批评、指正。

主编 龚守良

2014年10月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 放射生物学及其发展	(1)
一、放射生物学及电离辐射生物效应	(1)
二、放射生物学的发展	(2)
第二节 放射生物学涵盖内容及其展望	(5)
一、医学放射生物学涵盖内容	(5)
二、尚待解决的放射生物学问题	(6)
三、放射生物学的展望	(6)
参考文献	(7)
第二章 电离辐射生物学作用的理化基础和基本规律	(8)
第一节 电离辐射的种类及其与物质的相互作用	(8)
一、电磁辐射	(8)
二、粒子辐射	(9)
第二节 电离和激发	(13)
一、电离辐射的原初作用和继发反应	(13)
二、电离和激发	(14)
第三节 传能线密度与相对生物效能	(16)
一、传能线密度	(16)
二、相对生物效能	(17)
三、传能线密度与相对生物效能的相互关系	(18)
四、径迹结构和集簇损伤	(18)
第四节 自由基	(20)
一、自由基的概念和特点	(20)
二、氧自由基与活性氧	(21)
三、自由基对生物分子的作用	(22)
四、生物抗氧化防御功能	(24)
第五节 直接作用与间接作用	(26)
一、直接作用	(26)
二、间接作用	(27)
第六节 氧效应与氧增强比	(28)
一、氧效应与氧增强比	(28)
二、氧效应的需氧浓度	(29)
三、照射时间对氧效应的影响	(30)

四、氧效应的发生机制	(31)
第七节 电离辐射生物效应及其影响的主要因素	(32)
一、辐射生物效应和放射敏感性	(32)
二、影响电离辐射生物效应的主要因素	(35)
参考文献	(43)
第三章 电离辐射的分子生物效应	(44)
第一节 DNA 的电离辐射效应	(44)
一、DNA 辐射损伤方式	(44)
二、DNA 辐射损伤的修复	(51)
第二节 基因转录和翻译的电离辐射效应	(59)
一、电离辐射对转录的影响	(60)
二、电离辐射对翻译的影响	(65)
三、电离辐射对蛋白质的影响	(67)
第三节 信号转导的电离辐射效应	(71)
一、信号转导的特点	(72)
二、信号转导的电离辐射效应	(73)
三、ATM 信号转导通路的电离辐射效应	(75)
四、MAPK 信号转导通路的电离辐射效应	(77)
第四节 表观遗传学的电离辐射效应	(78)
一、表观遗传学概述	(78)
二、表观遗传学的电离辐射效应	(79)
参考文献	(81)
第四章 电离辐射对细胞基本结构的作用	(84)
第一节 细胞膜及细胞间隙连接通讯的电离辐射效应	(84)
一、细胞膜的电离辐射效应	(84)
二、细胞连接的电离辐射效应	(90)
第二节 线粒体的电离辐射效应	(92)
一、线粒体及其生物学特性	(92)
二、线粒体的电离辐射效应	(94)
三、电离辐射抑制线粒体氧化磷酸化反应	(97)
第三节 内质网和溶酶体的电离辐射效应	(99)
一、内质网的电离辐射效应	(99)
二、溶酶体的电离辐射效应	(102)
参考文献	(103)
第五章 电离辐射对染色体的作用	(106)
第一节 染色体和染色质	(106)
一、染色体和染色质的区别	(106)
二、人类中期细胞染色体的形态和结构	(107)
三、人类染色体的命名和核型	(109)

第二节 电离辐射诱发体细胞染色体畸变	(114)
一、染色体结构畸变	(114)
二、染色体数量畸变	(118)
第三节 电离辐射诱发染色体畸变的剂量-效应关系	(119)
一、急性照射的剂量-效应关系	(119)
二、局部照射的剂量-效应关系	(124)
三、延时性照射或分隔照射的剂量-效应关系	(125)
四、其他情况电离辐射的剂量-效应关系	(125)
第四节 电离辐射诱发生殖细胞染色体畸变	(126)
一、小鼠生殖细胞染色体畸变类型	(126)
二、大剂量照射诱发生殖细胞染色体畸变	(128)
三、低剂量急性照射诱发生殖细胞染色体畸变	(128)
四、慢性照射诱发生殖细胞染色体畸变	(129)
第五节 电离辐射诱发染色体畸变机制及其生物学意义	(130)
一、辐射诱发染色体畸变机制	(130)
二、电离辐射诱发染色体畸变的生物学意义	(131)
第六节 染色质的电离辐射效应	(132)
一、核小体连接区的电离辐射效应	(132)
二、染色质的辐射降解	(133)
三、染色质蛋白的辐射效应	(134)
第七节 生物剂量测定	(135)
一、生物剂量计	(135)
二、生物剂量测定	(136)
三、常见的几种生物剂量测定方法	(137)
参考文献	(145)
第六章 电离辐射的细胞效应	(147)
第一节 细胞的放射敏感性	(147)
一、不同群体细胞的放射敏感性	(147)
二、细胞周期不同时相细胞的放射敏感性	(148)
三、影响细胞放射敏感性的因素	(148)
第二节 电离辐射对细胞周期进程的影响	(149)
一、细胞周期及其调控	(149)
二、电离辐射对细胞周期进程的影响及其机制	(151)
三、电离辐射影响细胞周期进程的生物学意义	(154)
第三节 靶学说与细胞存活曲线	(154)
一、靶学说的产生和发展	(154)
二、靶效应	(155)
三、细胞存活及其测量	(160)
四、细胞存活的剂量-效应曲线	(161)

五、其他类型的剂量-存活曲线	(163)
第四节 非靶学说及其相关细胞生物效应	(166)
一、非靶学说	(166)
二、非靶学说相关辐射细胞生物学效应的相互关系	(166)
第五节 细胞的放射损伤与修复及其影响因素	(167)
一、细胞放射损伤及其修复	(168)
二、影响细胞放射损伤及修复的因素	(171)
第六节 电离辐射诱导细胞衰老和死亡	(179)
一、电离辐射诱导细胞衰老	(179)
二、细胞死亡及其分类	(182)
三、电离辐射引起的增殖死亡和间期死亡	(182)
四、电离辐射诱导凋亡性细胞死亡	(183)
五、电离辐射诱导自噬性细胞死亡	(186)
六、电离辐射诱导坏死性细胞死亡	(190)
第七节 电离辐射对细胞功能的影响	(192)
一、电离辐射对细胞分泌功能的影响	(192)
二、细胞防御功能	(193)
三、淋巴细胞归巢	(194)
第八节 电离辐射诱导细胞分化和恶性转化	(195)
一、细胞分化及其分子基础	(195)
二、电离辐射对细胞分化的作用	(198)
三、细胞恶性转化的特征及其机制	(199)
四、电离辐射诱导细胞恶性转化的剂量效应	(202)
参考文献	(202)
第七章 电离辐射对神经和内分泌系统的作用	(205)
第一节 电离辐射对神经系统的作用	(205)
一、神经系统的特点及其放射敏感性	(205)
二、电离辐射对神经系统的影响	(207)
三、分次照射和特大剂量照射对神经系统的作用	(213)
第二节 电离辐射对内分泌系统的作用	(215)
一、内分泌系统的特点	(215)
二、电离辐射对垂体的作用	(216)
三、电离辐射对肾上腺的作用	(217)
四、电离辐射对甲状腺的作用	(221)
参考文献	(223)
第八章 电离辐射对造血系统的作用	(224)
第一节 造血系统正常结构与功能	(224)
一、造血器官与实质细胞	(224)
二、造血微环境	(225)

三、血细胞更新系统	(226)
四、血细胞的个体发生	(229)
第二节 造血系统的电离辐射损伤	(229)
一、造血组织的辐射损伤	(229)
二、造血细胞的辐射损伤	(232)
三、造血微环境的辐射损伤	(244)
四、造血系统辐射损伤效应	(248)
第三节 造血系统重建	(250)
一、细胞来源	(251)
二、造血重建机制	(253)
三、骨髓移植的主要并发症	(253)
四、基因治疗	(255)
第四节 电离辐射所致出血综合征	(256)
一、出血综合征的一般特征	(256)
二、出血综合征的发病机制	(257)
参考文献	(266)
第九章 电离辐射对免疫系统的作用	(268)
第一节 免疫系统的组成及其放射敏感性	(268)
一、免疫组织及其放射敏感性	(269)
二、免疫细胞	(272)
第二节 急性照射的免疫效应	(274)
一、固有免疫和适应性免疫的辐射效应	(274)
二、免疫细胞对辐射的剂量-效应关系	(277)
三、人体辐射免疫效应的观察	(278)
第三节 电离辐射免疫效应的发生机制	(280)
一、辐射免疫效应的细胞和分子基础	(280)
二、整体调节在电离辐射免疫效应中的作用	(287)
三、电离辐射免疫效应机制研究的发展趋势	(288)
第四节 慢性和局部照射的免疫效应	(289)
一、慢性照射的免疫效应	(289)
二、局部照射的免疫效应	(292)
第五节 低水平辐射兴奋效应	(293)
一、概述	(293)
二、低水平辐射诱导适应性反应	(296)
三、低水平辐射增强免疫功能	(299)
四、低水平辐射与癌症	(300)
五、低剂量辐射超敏感性	(304)
第六节 电离辐射所致的感染并发症	(305)
一、内源性感染	(305)

二、外源性感染	(307)
三、感染并发症的发生机制	(310)
参考文献	(310)
第十章 电离辐射对生殖系统的作用	(312)
第一节 性腺的特点及其放射敏感性	(312)
一、性腺的结构和功能特点	(312)
二、生殖细胞的更新方式	(313)
三、睾丸的放射敏感性	(315)
四、卵巢的放射敏感性	(316)
第二节 电离辐射生殖效应	(317)
一、电离辐射雄性生殖效应	(317)
二、电离辐射雌性生殖效应	(320)
三、分次照射和剂量率效应	(321)
第三节 电离辐射内分泌效应	(323)
一、电离辐射睾丸的内分泌效应	(323)
二、电离辐射卵巢的内分泌效应	(324)
第四节 电离辐射对胚胎发育的影响	(325)
一、电离辐射的发育毒性效应	(325)
二、电离辐射对动物胚胎发育的影响	(327)
三、电离辐射对人胚胎发育的影响	(328)
参考文献	(329)
第十一章 电离辐射对消化系统的作用	(331)
第一节 电离辐射对上消化道的的影响	(331)
一、上消化道的特点及其放射敏感性	(331)
二、电离辐射对上消化道的的影响	(332)
第二节 电离辐射对肠的影响	(334)
一、肠的特点及其放射敏感性	(334)
二、急性和慢性照射对小肠的影响	(337)
三、肠型放射病时小肠的变化	(339)
第三节 电离辐射对肝脏、胰腺及糖代谢的影响	(340)
一、电离辐射对肝脏的影响	(340)
二、电离辐射对胰腺的影响	(342)
三、电离辐射对糖代谢的影响	(343)
参考文献	(344)
第十二章 电离辐射对呼吸系统和循环系统的作用	(346)
第一节 电离辐射对呼吸系统的作用	(346)
一、急性照射的肺损伤效应	(346)
二、局部照射的肺损伤效应	(348)
三、放射性肺纤维化	(351)

第二节 电离辐射对循环系统的作用	(352)
一、急性照射的心血管损伤效应	(353)
二、局部照射的心血管损伤效应	(354)
参考文献	(357)
第十三章 电离辐射对泌尿系统及其他器官的作用	(360)
第一节 电离辐射对泌尿系统的作用	(360)
一、泌尿系统的特点	(360)
二、肾脏及其血管的辐射损伤效应	(360)
三、肾脏分次照射的损伤效应	(361)
四、轴对肾脏的毒性作用	(362)
第二节 皮肤及其附属器的辐射损伤效应	(362)
一、皮肤放射损伤的生物学特性	(363)
二、放射性皮肤损伤的病变特点和规律	(364)
三、放射性皮肤及其附属器损伤的病理形态变化	(364)
四、放射性皮肤损伤机制	(366)
第三节 电离辐射对眼、耳、鼻和骨骼的作用	(367)
一、电离辐射对眼的作用	(367)
二、电离辐射对耳的作用	(369)
三、电离辐射对鼻的作用	(372)
四、电离辐射对骨和软骨的作用	(373)
参考文献	(375)
第十四章 放射肿瘤学基础	(377)
第一节 肿瘤细胞动力学	(377)
一、根据肿瘤细胞增殖动力学划分的细胞群	(377)
二、肿瘤细胞动力学参数	(378)
三、肿瘤细胞增殖动力学特点	(380)
四、人类肿瘤的生长动力学	(380)
第二节 肿瘤对电离辐射的反应	(381)
一、肿瘤快增殖细胞反应	(381)
二、肿瘤细胞群反应	(382)
三、肿瘤内血管的反应	(382)
四、照射后肿瘤组织的恢复与生长	(383)
五、肿瘤的剂量-效应曲线	(383)
第三节 肿瘤放射敏感性	(384)
一、肿瘤放射敏感性	(385)
二、影响肿瘤放射敏感性的因素	(385)
三、肿瘤放射敏感性的预测	(389)
第四节 放射治疗中的分次照射	(390)
一、分次照射中的生物因素	(391)

二、放疗中分次照射的原则	(395)
参考文献	(397)
第十五章 外照射急性及亚急性放射病	(398)
第一节 外照射急性放射病	(398)
一、分型及临床表现	(398)
二、诊断	(403)
三、治疗	(408)
第二节 外照射亚急性放射病	(413)
一、发病情况	(413)
二、临床特点	(414)
三、诊断与鉴别诊断	(414)
四、治疗原则	(416)
参考文献	(416)
第十六章 小剂量外照射生物效应及外照射慢性放射病	(417)
第一节 小剂量外照射生物效应	(417)
一、急性照射效应	(418)
二、慢性照射效应	(420)
第二节 受照人员的医学观察	(422)
一、放射性工作人员的医学检查	(422)
二、过量受照人员的医学检查	(424)
第三节 外照射慢性放射病	(425)
一、概述	(425)
二、病因	(426)
三、临床表现	(427)
四、诊断	(428)
五、治疗	(429)
参考文献	(430)
第十七章 放射性核素内污染和内照射放射病	(431)
第一节 放射性核素内污染发生概况及内照射损伤特点	(431)
一、放射性核素内污染来源	(431)
二、放射性核素内污染与内照射损伤发生概况	(431)
三、放射性核素内照射损伤的特点	(436)
第二节 放射性核素内污染人员的医学处理	(437)
一、放射性核素内污染量的确定和受照剂量的估算	(437)
二、减少放射性核素的吸收	(437)
三、加速排出体内放射性核素	(439)
第三节 内照射放射病	(440)
一、受照史及核素摄入量	(440)
二、临床表现	(441)

三、实验室检查和处理原则	(442)
参考文献	(442)
第十八章 放射性皮肤疾病	(443)
第一节 概述	(443)
一、放射性皮肤疾病的致病原因	(443)
二、放射性皮肤疾病的分类	(445)
第二节 放射性皮肤疾病的影响因素	(445)
一、射线的种类与能量	(445)
二、剂量、剂量率与间隔时间	(446)
三、受照面积	(447)
四、生物和理化因素	(447)
五、影响落下灰损伤皮肤的因素	(448)
第三节 临床表现	(449)
一、急性放射性皮肤损伤	(449)
二、慢性放射性皮肤损伤	(451)
三、 β 射线皮肤损伤的临床特点	(452)
四、特殊类型放射性皮肤损伤	(453)
五、放射性皮肤癌	(453)
第四节 诊断与鉴别诊断	(454)
一、射线接触史及剂量估算	(454)
二、症状与体征	(454)
三、特殊检查	(456)
四、鉴别诊断	(457)
第五节 治疗与预防	(458)
一、早期综合治疗及护理	(458)
二、局部损伤的保守治疗	(458)
三、手术治疗	(459)
四、预防	(460)
参考文献	(461)
第十九章 其他局部放射性疾病	(463)
第一节 放射性脑病	(463)
一、病因及病理	(463)
二、影响因素	(464)
三、临床表现	(465)
四、诊断与鉴别诊断	(466)
五、预防与治疗	(466)
第二节 放射性脊髓病	(467)
一、病因及病理	(467)
二、影响因素	(467)

三、临床表现	(468)
四、诊断与鉴别诊断	(469)
五、预防与治疗	(469)
第三节 放射性口腔疾病	(469)
一、放射性口腔炎	(470)
二、放射性涎腺炎	(471)
三、放射性龋齿及放射性骨坏死	(472)
四、放射性颞下颌关节强直	(474)
第四节 放射性肺炎	(474)
一、病理与发病机制	(474)
二、临床表现	(477)
三、特殊检查	(479)
四、诊断与鉴别诊断	(480)
五、预防与治疗	(482)
第五节 放射性心脏疾病	(483)
一、病理改变	(483)
二、影响因素	(483)
三、临床表现	(484)
四、诊断与鉴别诊断	(485)
五、预防与治疗	(485)
第六节 放射性食管炎	(486)
一、分类及临床表现	(486)
二、诊断标准	(487)
三、鉴别诊断	(488)
四、预防与治疗	(489)
第七节 放射性肠炎	(490)
一、病理与影响因素	(490)
二、临床表现	(491)
三、诊断及处理原则	(491)
四、治疗	(492)
第八节 放射性膀胱疾病	(493)
一、病理与影响因素	(493)
二、临床表现	(494)
三、特殊检查	(494)
四、诊断标准与鉴别诊断	(495)
五、治疗	(496)
第九节 放射性肾炎	(497)
一、急性放射性肾炎	(497)
二、慢性放射性肾炎	(497)

第十节 放射性甲状腺疾病	(498)
一、急性放射性甲状腺炎	(498)
二、慢性放射性甲状腺炎	(498)
三、放射性甲状腺功能减退症	(499)
四、放射性甲状腺良性结节	(501)
第十一节 放射性骨损伤	(501)
一、病因与病理	(501)
二、临床表现	(502)
三、诊断原则及分类诊断标准	(502)
四、处理原则	(504)
第十二节 其他器官放射性损伤	(504)
一、放射性胃炎	(504)
二、放射性肝炎	(504)
三、放射性子官、阴道炎及输尿管、尿道狭窄	(505)
四、放射性外周神经及肌肉损伤	(505)
五、放射性眼损伤	(507)
六、放射性中耳炎和鼻炎	(507)
参考文献	(507)
第二十章 放射性复合效应与放射性复合伤	(509)
第一节 放射性复合效应	(510)
一、相互作用模型	(510)
二、电离辐射与物理因素的复合效应	(510)
三、电离辐射与化学因素的复合效应	(512)
四、电离辐射与生物因素的复合效应	(514)
第二节 放射复合伤	(516)
一、病因	(516)
二、分类	(518)
三、病情特点及病理基础	(519)
四、临床分期	(523)
五、诊断	(523)
六、分类诊断标准及处理原则	(525)
七、急救和治疗原则	(529)
参考文献	(532)
第二十一章 电离辐射诱发肿瘤	(533)
第一节 概述	(533)
一、辐射致人类恶性肿瘤资料的来源	(533)
二、辐射致癌的剂量-效应关系	(534)
三、辐射致癌的潜伏期	(537)
第二节 电离辐射致癌机制及影响因素	(537)

一、电离辐射致癌机制	(537)
二、辐射致癌的影响因素	(540)
第三节 电离辐射致癌危险估计	(542)
一、概念	(542)
二、辐射诱发癌症危险的估计	(543)
三、危险估计的不确定因素	(545)
第四节 电离辐射致癌病因概率推算	(546)
一、病因概率的定义	(546)
二、PC法在放射性肿瘤病因判断中应用	(547)
三、PC的计算程序	(548)
四、PC方法的不确定性	(553)
第五节 白血病	(553)
一、辐射诱发白血病的流行病学调查	(554)
二、辐射诱发白血病的临床特征	(555)
三、辐射诱发白血病病因概率的参数	(556)
第六节 辐射诱发甲状腺癌和乳腺癌	(556)
一、辐射诱发甲状腺癌	(556)
二、辐射诱发乳腺癌	(558)
第七节 辐射诱发肺癌及其他癌症	(558)
一、辐射诱发肺癌	(558)
二、辐射诱发其他癌症	(560)
参考文献	(561)
第二十二章 电离辐射诱发的远后效应	(562)
第一节 放射性白内障	(562)
一、临床特点	(563)
二、诊断与鉴别诊断	(565)
三、治疗与预防	(567)
第二节 胎内照射效应及诱发的疾病	(567)
一、引言	(567)
二、小头症及智力发育障碍	(568)
三、发育延迟	(570)
四、胎内受照的致癌效应	(570)
五、癫痫	(572)
第三节 辐射诱发血液和性腺系统疾病	(572)
一、辐射诱发血液系统疾病	(572)
二、辐射诱发性腺系统疾病	(573)
三、电离辐射诱发寿命缩短	(575)
第四节 电离辐射的遗传效应	(576)
一、遗传物质突变	(576)