



普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 医学放射生物学

主编 刘树铮

副主编 鞠桂芝 李修义 龚守良



原子能出版社

ISBN 7-5022-3644-9



9 787502 236441 >

ISBN 7-5022-3644-9 定价: 56.00 元

普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 医学放射生物学

(修订版)

主 编	刘树铮		
副 主 编	鞠桂芝	李修义	龚守良
编 者	(按姓氏笔画为序)		
	刘树铮	苏 旭	李修义
	张 铭	范洪学	金玉珂
	郑斯英	龚守良	鞠桂芝

原子能出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

医学放射生物学/刘树铮主编. —北京:原子能出版社,2006.6

ISBN 7-5022-3644-9

I. 医… II. 刘… III. 放射医学:放射生物学—  
医学院校—教材 IV. R811.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 068178 号

## 内 容 简 介

为适应 21 世纪高等医学教育改革和发展的需要,根据国家教育部“十五”重点教材计划,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的基本内容,是在 1998 年出版的《医学放射生物学》(第 2 版)的基础上,根据本学科的发展和当前的实际需要,全面重新编写而成的。全书共分 21 章。书中循序阐述了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,低剂量辐射兴奋效应,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,恶性肿瘤及放射性复合伤等的发病规律、诊断标准和处理原则,以及核辐射事故及其防护和救治等最新内容。

本书为高等院校放射医学专业教材,亦可供从事放射医学与卫生防护的工作人员及有关医学、卫生专业的工作者和研究生参考。

## 医学放射生物学(修订版)

---

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 邮编:100037)

责任编辑 杨树录

责任校对 李建慧

责任印制 丁怀兰

印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

字 数 948 千字

印 张 38.25

版 次 2006 年 7 月第 3 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5022-3644-9

印 数 1—1000 定 价 56.00 元

---

版权所有 侵权必究 网址:<http://www.aep.com.cn>

# 前 言

电离辐射对人体的作用伴随着整个人类的进化史,因为人类生存在宇宙中,生活在地球上,一直就受到来自空间和地下的天然放射性的作用。随着自然科学的发展,人们到了19世纪末才认识了电离辐射的存在。自从电离辐射被发现以来,特别是20世纪40年代以后,射线和核技术的应用日渐广泛,电离辐射与人类生活的关系愈益密切。射线的临床应用已有近百年的历史,在医学领域中放射学(radiology)早已成为一门独立的学科。它包括诊断放射学(diagnostic radiology)和治疗放射学(therapeutic radiology)。随着放射性核素在生命科学研究和临床诊治中的应用,又产生了核医学(nuclear medicine),它包括放射性核素在体内和体外的应用,发展十分迅速。在社会生产中随着核能的发展和核技术的应用,人们在生产、生活和科学研究活动中与辐射接触的机会日益增多。这些人类活动都涉及电离辐射对人体的作用。大剂量电离辐射急性作用(核爆炸或放射性事故)会引起何种伤害?低剂量电离辐射慢性作用引起损伤的限量是什么?射线和核技术的临床应用对病人和工作人员可能产生什么影响?环境低水平辐射长期作用对人群究竟有无危害?都是人们关心的问题。放射治疗在控制癌症中的地位、作用原理和存在的问题,也是医学界感兴趣的课题。随着当前反恐斗争的深入发展,核事故的防护和救治已引起政府和公众的严重关切。为了在有效运用核能和核技术以增进人类福祉的同时,保护人群免受电离辐射的危害,学术界和政府需要制定相应的防护标准,确立放射工作人员和一般人群可以接受的各种限值。以上这些临床医学和预防医学问题的共同基础是放射生物学的基本原理。

这本《医学放射生物学》的编写目的是为高等医学院校的放射医学专业提供教材和为其他专业提供参考书。本书是在1998年出版的《医学放射生物学》(第2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,全面重新编写而成的。全书共分21章,分别由相应领域的教师编撰。他们都是长期从事本专业教学,而且对所编写章节的相关内容长期进行科学研究的专家,务求将最新发展融入书中相关章节。其中第一~十二章属基础放射生物学的内容,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(第一章)、电离辐射的分

子生物学效应(第二章)、电离辐射与染色体(第三章)、电离辐射的细胞效应(第四章)、电离辐射对机体各系统的作用(第五~十章)、低剂量辐射兴奋效应(第十一章),以及放射肿瘤学基础(第十二章)。第十三~二十章属放射医学临床内容,包括外照射急性及亚急性放射病(第十三章)、低剂量外照射生物效应及外照射慢性放射病(第十四章)、放射性核素内照射的生物效应及内照射放射病(第十五章)、放射性皮肤疾病(第十六章),其他局部放射性疾病(第十七章)、放射性复合效应与放射性复合伤(第十八章)、电离辐射诱发肿瘤(第十九章)和电离辐射诱发的其他远后效应(第二十章)。第二十一章为核辐射事故医学应急处理。编写时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。作为不同对象的专业教材时,可根据具体情况对某些章节的内容和顺序做适当的增删和调整。本书也可作为临床和卫生工作者的参考书。

20世纪末和21世纪初随着人类基因组计划的完成,基因组学和后基因组学的兴起使生命科学的发展实现了飞跃,从研究思维和研究手段深刻影响了整个生物医学领域的发展,放射生物学和放射医学也不例外。随着对生命活动基因调控的认识不断深化,在本书的编撰中编者充分考虑了相关领域的研究进展,力求将最新研究资料融入有关章节。但因编者的学识有限,难免有疏漏甚至理解不当之处,尚希读者指正。

编 者

2005年12月

# 目 录

<b>第一章 电离辐射生物学作用的理化基础和基本规律</b> .....	1
<b>第一节 电离辐射的种类及其与物质的相互作用</b> .....	1
一、电磁辐射 .....	1
二、粒子辐射 .....	2
<b>第二节 电离和激发</b> .....	6
一、电离辐射的原初作用和继发反应 .....	6
二、电离和激发 .....	7
<b>第三节 传能线密度与相对生物效能</b> .....	9
一、传能线密度 .....	9
二、相对生物效能 .....	10
三、传能线密度与相对生物效能的相互关系 .....	11
<b>第四节 自由基</b> .....	11
一、自由基的概念和特点 .....	11
二、氧自由基与活性氧 .....	13
三、自由基对生物分子的作用 .....	14
四、生物抗氧化防御功能 .....	16
<b>第五节 直接作用与间接作用</b> .....	18
一、直接作用 .....	18
二、间接作用 .....	19
<b>第六节 氧效应与氧增强比</b> .....	20
一、氧效应 .....	20
二、氧增强比 .....	21
三、氧效应的需氧浓度 .....	21
四、照射时间对氧效应的影响 .....	22
五、氧效应的发生机制 .....	22
<b>第七节 电离辐射生物效应及其影响的主要因素</b> .....	23
一、辐射生物效应和放射敏感性 .....	23
二、影响电离辐射生物效应的主要因素 .....	24
<b>主要参考文献</b> .....	31
<b>第二章 电离辐射的分子生物学效应</b> .....	32
<b>第一节 DNA 的电离辐射效应</b> .....	32
一、DNA 损伤的种类 .....	32
二、DNA 损伤的修复 .....	38
三、DNA 损伤与修复的生物学意义 .....	47

四、染色质损伤对 DNA 辐射效应的影响 .....	48
第二节 基因转录与翻译的电离辐射效应 .....	52
一、电离辐射对转录的影响 .....	52
二、电离辐射对翻译过程的影响 .....	56
三、电离辐射对蛋白质分子的影响 .....	59
第三节 生物膜的电离辐射效应 .....	62
一、辐射对细胞膜组分的影响 .....	62
二、辐射对膜转运功能的影响 .....	64
三、生物膜蛋白质及酶活性的变化 .....	65
四、辐射对 DNA-膜复合物的作用 .....	66
五、辐射对膜受体功能的影响 .....	66
第四节 辐射所致物质代谢障碍 .....	67
一、辐射对蛋白质代谢的影响 .....	67
二、辐射对糖代谢的影响 .....	69
三、辐射对线粒体氧化磷酸化反应的抑制作用 .....	70
四、辐射对核磷酸化作用的抑制 .....	71
五、辐射所致能量代谢障碍的后果 .....	71
第五节 细胞通信和细胞信号转导的电离辐射效应 .....	72
一、细胞通信和信号转导概述 .....	72
二、细胞通信在辐射反应中的作用 .....	73
三、信号转导通路在辐射反应中的作用 .....	73
第六节 辐射致癌的分子基础 .....	76
一、体细胞突变 .....	76
二、癌基因和抑瘤基因 .....	77
主要参考文献 .....	80
<b>第三章 电离辐射对染色体的作用 .....</b>	<b>82</b>
第一节 人类染色体 .....	82
一、染色体和 DNA .....	82
二、人类中期细胞染色体的形态和结构 .....	83
三、人类染色体的核型和命名 .....	84
第二节 电离辐射与染色体畸变 .....	89
一、染色体结构畸变 .....	89
二、染色体数量畸变 .....	93
第三节 辐射诱发染色体畸变的机制及其生物学意义 .....	93
一、辐射诱发染色体畸变的机制 .....	93
二、染色体畸变的生物学意义 .....	95
第四节 辐射诱导染色体畸变的剂量-效应关系 .....	96
一、急性照射的剂量-效应关系 .....	96
二、局部照射的剂量-效应关系 .....	101



三、延时性照射或分隔照射 .....	101
第五节 生物剂量测定 .....	101
一、生物剂量计 .....	101
二、生物剂量测定 .....	102
三、常见的几种生物剂量测定方法 .....	103
主要参考文献 .....	109
第四章 电离辐射的细胞效应 .....	110
第一节 细胞的放射敏感性 .....	110
一、不同群体细胞的放射敏感性 .....	110
二、细胞周期不同时期细胞的放射敏感性 .....	111
三、影响细胞放射敏感性的因素 .....	111
第二节 电离辐射对细胞周期进程的影响 .....	112
一、细胞周期及其调控 .....	112
二、电离辐射对细胞周期进程的影响 .....	115
三、电离辐射影响细胞周期进程的机制 .....	115
四、电离辐射影响细胞周期进程的生物学意义 .....	118
第三节 电离辐射引起细胞死亡及其机制 .....	118
一、增殖死亡 .....	119
二、细胞凋亡 .....	119
三、细胞死亡的机制 .....	124
第四节 细胞存活的剂量-效应关系 .....	125
一、细胞存活的概念 .....	125
二、细胞存活的体内测量和体外测量 .....	125
三、细胞存活的剂量-效应曲线 .....	126
四、离体培养细胞的剂量-存活曲线 .....	128
五、整体照射细胞的剂量-存活曲线 .....	130
六、分次照射细胞的剂量-存活曲线 .....	130
第五节 细胞的放射损伤与修复 .....	131
一、细胞放射损伤的分类 .....	131
二、细胞放射损伤的修复 .....	131
三、影响细胞放射损伤及修复的因素 .....	135
第六节 电离辐射对细胞功能的影响 .....	142
一、细胞分泌功能 .....	142
二、细胞防御功能 .....	143
三、淋巴细胞归巢 .....	144
第七节 电离辐射诱导细胞恶性转化 .....	145
一、细胞恶性转化的基本特征 .....	145
二、电离辐射诱导细胞恶性转化的剂量-效应 .....	147
三、细胞恶性转化的机制 .....	148

主要参考文献·····	149
<b>第五章 电离辐射对神经和内分泌系统的作用</b> ·····	151
<b>第一节 神经系统的变化</b> ·····	151
一、神经系统的结构、功能特点及其放射敏感性·····	151
二、发育中神经系统的放射敏感性·····	152
三、急性照射对神经系统的影响·····	154
四、特大剂量照射引起的神经系统变化·····	158
五、分次照射对神经系统的影响·····	159
<b>第二节 内分泌系统的变化</b> ·····	160
一、内分泌系统的结构和功能特点·····	160
二、垂体的变化·····	161
三、肾上腺的变化·····	161
四、甲状腺的变化·····	166
主要参考文献·····	168
<b>第六章 电离辐射对造血系统的作用</b> ·····	169
<b>第一节 造血系统正常结构与功能</b> ·····	169
一、造血器官与实质细胞·····	169
二、造血微环境·····	172
三、血细胞更新系统·····	174
四、血细胞的个体发生·····	177
<b>第二节 造血系统的电离辐射损伤</b> ·····	178
一、造血组织的辐射损伤·····	178
二、造血细胞的辐射损伤·····	181
三、造血微环境的辐射损伤·····	193
四、造血系统辐射损伤效应·····	197
<b>第三节 造血系统重建</b> ·····	199
一、细胞来源·····	200
二、造血重建机制·····	202
三、骨髓移植的主要并发症·····	202
四、基因治疗·····	203
<b>第四节 电离辐射所致出血综合征</b> ·····	205
一、出血综合征的一般特征·····	205
二、出血综合征的发病机制·····	207
主要参考文献·····	215
<b>第七章 电离辐射对免疫系统的作用</b> ·····	216
<b>第一节 免疫系统的组成及其放射敏感性</b> ·····	216
一、免疫组织·····	216
二、免疫细胞·····	220
<b>第二节 急性全身照射后免疫功能的变化</b> ·····	222

一、免疫细胞对辐射反应的剂量-效应关系 .....	222
二、固有免疫和适应免疫的电离辐射效应 .....	223
三、人体效应的观察 .....	228
<b>第三节 电离辐射免疫效应的发生机制</b> .....	229
一、电离辐射影响免疫反应的分子基础 .....	229
二、免疫细胞间反应在电离辐射免疫效应发生中的作用 .....	235
三、整体调节在电离辐射免疫效应发生中的作用 .....	238
四、电离辐射免疫效应机制研究有待解决的问题 .....	239
<b>第四节 慢性照射的免疫效应</b> .....	240
<b>第五节 局部照射的免疫效应</b> .....	244
<b>第六节 电离辐射损伤的感染并发症</b> .....	245
一、内源性感染 .....	245
二、外源性感染 .....	247
三、感染并发症的发生机制 .....	249
主要参考文献 .....	250
<b>第八章 电离辐射对生殖系统的作用</b> .....	252
<b>第一节 性腺的结构、功能特点及其放射敏感性</b> .....	252
一、性腺的结构和功能特点 .....	252
二、生殖细胞的更新方式 .....	253
三、睾丸的放射敏感性 .....	254
四、卵巢的放射敏感性 .....	255
<b>第二节 辐射生殖效应</b> .....	256
一、辐射雄性生殖效应 .....	256
二、辐射雌性生殖效应 .....	259
<b>第三节 辐射生殖内分泌效应</b> .....	259
一、辐射睾丸内分泌效应 .....	259
二、辐射卵巢内分泌效应 .....	261
<b>第四节 分次照射和剂量率效应</b> .....	262
一、分次照射效应 .....	262
二、剂量率效应 .....	262
<b>第五节 电离辐射对性器官发育的影响</b> .....	263
<b>第六节 电离辐射对胚胎发育的影响</b> .....	264
一、电离辐射的发育毒性效应 .....	264
二、电离辐射对人胚胎发育的影响 .....	266
主要参考文献 .....	267
<b>第九章 电离辐射对消化系统的作用</b> .....	269
<b>第一节 放射病时口腔、食管和胃的变化</b> .....	269
一、口腔、食管和胃结构、功能特点及其放射敏感性 .....	269
二、放射病时口腔、食管和胃的变化 .....	270

第二节 放射病时肠的变化	271
一、肠的结构、功能特点及其放射敏感性	271
二、急性放射病时小肠的变化	274
三、肠型放射病时小肠的变化	275
四、慢性放射病时小肠的变化	277
五、放射病时结肠的变化	277
第三节 放射病时肝脏和胰腺的变化	277
一、肝脏的变化	277
二、胰腺的变化	278
主要参考文献	279
<b>第十章 电离辐射对其他系统和器官的作用</b>	<b>280</b>
第一节 呼吸系统的变化	280
一、急性放射损伤时肺的变化	280
二、慢性放射损伤时肺的变化	281
三、局部照射后肺的变化	281
四、放射性肺纤维化	282
第二节 心血管系统的变化	284
一、急性照射后心血管的变化	284
二、胸部照射后心血管的变化	286
第三节 泌尿系统的变化	286
第四节 眼的变化	287
第五节 皮肤及其附属器的变化	288
一、皮肤放射损伤的生物学特性	288
二、皮肤及其附属器的病理形态变化	289
第六节 骨和软骨的变化	291
主要参考文献	291
<b>第十一章 低水平辐射兴奋效应</b>	<b>292</b>
第一节 概述	292
一、低水平电离辐射的来源	292
二、低水平电离辐射对生命活动的影响	295
三、兴奋效应学说的发展概况	298
第二节 低水平辐射诱导适应性反应	299
一、细胞遗传学适应性反应	299
二、基因突变的适应性反应	301
三、细胞存活的适应性反应	302
四、适应性反应的其他表现	302
五、不同因子交叉诱导适应性反应	303
六、适应性反应的年龄和遗传背景	303
七、适应性反应的发生机制	303

第三节 低水平辐射增强免疫功能·····	304
一、低水平辐射增强免疫功能的表现·····	304
二、低水平辐射增强免疫功能的发生机制·····	307
第四节 低水平辐射与癌症·····	308
一、实验研究资料·····	309
二、人群观察资料·····	309
主要参考文献·····	313
<b>第十二章 放射肿瘤学基础</b> ·····	<b>315</b>
第一节 肿瘤模型体系·····	315
一、移植性实体瘤动物模型·····	315
二、人类肿瘤异种移植模型·····	320
三、体外肿瘤模型系统——多细胞球状体·····	320
第二节 低氧及再氧合·····	322
一、乏氧细胞·····	322
二、组织氧合·····	322
三、乏氧细胞再氧合·····	323
第三节 肿瘤细胞动力学·····	325
一、细胞动力学参数及其测定·····	325
二、正常组织和肿瘤细胞群增殖动力学·····	327
三、人类肿瘤的生长动力学·····	329
第四节 肿瘤对电离辐射的反应·····	331
一、肿瘤快增殖细胞反应·····	331
二、肿瘤细胞群反应·····	331
三、肿瘤内血管的反应·····	332
四、肿瘤的辐射剂量-效应曲线·····	332
五、照射后肿瘤组织的恢复与生长·····	334
六、电离辐射与肿瘤细胞凋亡·····	334
七、肿瘤放射敏感性及其预测·····	337
第五节 放射治疗中的分次照射·····	342
一、分次照射中的生物因素·····	343
二、多分次照射存活曲线·····	345
三、分次照射类型及临床应用·····	346
第六节 放疗与其他疗法的联合应用·····	347
一、放射治疗与手术联合应用·····	348
二、放射治疗与化学药物治疗联合应用·····	348
三、放射治疗与增温治疗联合应用·····	350
四、放射治疗与肿瘤生物疗法联合应用·····	352
五、放射治疗与基因治疗联合应用·····	354
主要参考文献·····	358

<b>第十三章 外照射急性及亚急性放射病</b> .....	360
<b>第一节 概 述</b> .....	360
一、病 因.....	360
二、疾病分类.....	361
<b>第二节 外照射急性放射病</b> .....	362
一、分 型.....	362
二、临床表现.....	362
三、诊 断.....	367
四、治 疗.....	372
<b>第三节 外照射亚急性放射病</b> .....	376
一、发病情况.....	376
二、临床特点.....	377
三、诊断与鉴别诊断.....	378
四、治疗原则.....	378
<b>第四节 核事故应急医学处理药箱简介</b> .....	379
一、用途、结构与功能.....	379
二、主要药物及其使用方法.....	379
主要参考文献.....	382
<b>第十四章 小剂量外照射生物效应及外照射慢性放射病</b> .....	384
<b>第一节 小剂量外照射生物效应</b> .....	384
一、急性照射效应.....	384
二、慢性照射效应.....	386
<b>第二节 受照人员的医学观察</b> .....	388
一、放射工作人员的医学检查.....	388
二、过量受照人员的医学检查.....	390
<b>第三节 外照射慢性放射病</b> .....	390
一、概 述.....	391
二、病 因.....	391
三、临床表现.....	392
四、诊 断.....	393
五、治 疗.....	394
主要参考文献.....	394
<b>第十五章 放射性核素内照射的生物效应及内照射放射病</b> .....	396
<b>第一节 放射性核素内照射损伤发生概况及损伤特点</b> .....	396
一、放射性核素内污染的来源.....	396
二、放射性核素内污染与内照射损伤发生概况.....	396
三、放射性核素内照射损伤的特点.....	400
<b>第二节 放射性核素内污染的医学处理</b> .....	401
一、放射性核素内污染量的确定和受照剂量的估算.....	401

二、减少放射性核素的吸收 .....	402
三、加速排出体内放射性核素 .....	403
第三节 放射性核素内照射放射病诊断及处理原则 .....	404
一、内照射放射病诊断标准 .....	404
二、处理原则 .....	405
主要参考文献 .....	405
<b>第十六章 放射性皮肤疾病</b> .....	<b>406</b>
第一节 概 述 .....	406
一、放射性皮肤疾病的致病原因 .....	406
二、放射性皮肤疾病的分类 .....	407
第二节 放射性皮肤疾病的影响因素 .....	408
一、射线的种类与能量 .....	408
二、剂 量 .....	409
三、剂量率与间隔时间 .....	409
四、受照面积 .....	409
五、生物因素 .....	410
六、理化因素 .....	410
七、影响落下灰损伤皮肤的因素 .....	411
第三节 临床表现 .....	411
一、急性放射性皮肤损伤 .....	411
二、慢性放射性皮肤损伤 .....	413
三、 $\beta$ 射线皮肤损伤的临床特点 .....	414
四、特殊类型放射性皮肤损伤 .....	415
五、放射性皮肤癌 .....	415
第四节 诊断与鉴别诊断 .....	416
一、射线接触史及剂量估算 .....	416
二、症状与体征 .....	416
三、特殊检查 .....	418
四、鉴别诊断 .....	418
第五节 治 疗 .....	419
一、早期综合治疗及护理 .....	419
二、早期局部处理 .....	419
三、慢性期局部处理 .....	420
四、手术治疗 .....	420
第六节 预 防 .....	421
一、放射治疗时应注意防护措施 .....	421
二、药物防护 .....	421
主要参考文献 .....	422

<b>第十七章 其他局部放射性疾病</b> .....	423
<b>第一节 放射性脑病</b> .....	423
一、病因及病理.....	424
二、影响因素.....	424
三、临床表现.....	425
四、诊断及鉴别诊断.....	425
五、预防与治疗.....	426
<b>第二节 放射性脊髓病</b> .....	427
一、病因及病理.....	427
二、影响因素.....	427
三、临床表现.....	427
四、诊断及鉴别诊断.....	428
五、预防与治疗.....	428
<b>第三节 放射性口腔疾病</b> .....	429
一、放射性口腔黏膜炎.....	429
二、放射性涎腺炎.....	430
三、放射性龋齿及放射性骨坏死.....	431
四、放射性颞下颌关节强直.....	432
<b>第四节 放射性肺炎</b> .....	432
一、病理和发病机制.....	432
二、临床表现.....	435
三、特殊检查.....	437
四、诊断及鉴别诊断.....	438
五、预防及治疗.....	439
<b>第五节 放射性心脏疾病</b> .....	440
一、病 理.....	441
二、影响因素.....	441
三、临床表现.....	441
四、诊断及鉴别诊断.....	442
五、预防与治疗.....	442
<b>第六节 放射性食管炎</b> .....	443
一、病理与临床症状.....	443
二、辅助检查与诊断、鉴别诊断.....	443
三、预防与治疗.....	444
<b>第七节 放射性肠炎</b> .....	445
一、病理与影响因素.....	445
二、临床表现.....	446
三、诊断及处理原则.....	446
四、治 疗.....	447



第八节 放射性膀胱疾病	448
一、病理与影响因素	448
二、临床表现	448
三、特殊检查	449
四、诊断标准及鉴别诊断	449
五、治疗	450
第九节 放射性肾炎	451
一、急性放射性肾炎	451
二、慢性放射性肾炎	451
第十节 放射性甲状腺疾病	452
一、急性放射性甲状腺炎	452
二、慢性放射性甲状腺炎	452
三、放射性甲状腺功能减退症	453
四、放射性甲状腺良性结节	455
第十一节 放射性骨损伤	455
一、病因与病理	455
二、临床表现	456
三、诊断原则及分类诊断标准	456
四、处理原则	457
第十二节 其他器官放射性损伤	457
一、放射性胃炎	457
二、放射性肝炎	457
三、放射性子宫、阴道炎	458
四、放射性输尿管、尿道狭窄	458
五、放射性外周神经及肌肉损伤	458
六、放射性眼损伤	460
七、放射性中耳炎	460
八、放射性鼻炎	460
主要参考文献	468
第十八章 放射性复合效应与放射性复合伤	469
第一节 放射性复合效应	469
一、相互作用模型	470
二、电离辐射与物理因素的复合效应	470
三、电离辐射与化学因素的复合效应	472
四、电离辐射与生物因素的复合效应	473
第二节 放射性复合伤	475
一、病因	475
二、分类	477
三、病情特点及病理基础	478