



卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校教材

供研究生用

肿瘤学

第3版

主 编 曾益新

副主编 吕有勇 朱明华 陈国强 龚建平 郭朱明



人民卫生出版社

卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校教材

肿 瘤 学

第3版

主 编 曾益新

副主编 吕有勇 朱明华 陈国强 龚建平 郭朱明

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

肿瘤学/曾益新主编. —3 版. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-117-15275-4

I. ①肿… II. ①曾… III. ①肿瘤学 IV. ①R73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 265238 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

肿 瘤 学

第 3 版

主 编: 曾益新

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 47

字 数: 1173 千字

版 次: 1999 年 11 月第 1 版 2012 年 4 月第 3 版第 10 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15275-4/R · 15276

定 价: 91.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

编者

(以姓氏笔画为序)

- 于典科 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
万德森 (中山大学肿瘤防治中心)
马 丁 (华中科技大学附属同济医院)
王建炳 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
王荣福 (北京大学第一医院)
邓小武 (中山大学肿瘤防治中心)
石铁流 (华东师范大学生命医学研究所)
田 聆 (复旦大学生命科学院)
邝栋明 (中山大学生命科学院)
吕有勇 (北京大学肿瘤研究所)
朱明华 (第二军医大学长海医院)
乔友林 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
刘斯奇 (中国科学院北京基因组研究所)
寿成超 (北京大学肿瘤研究所)
李子平 (中山大学附属第一医院)
李安华 (中山大学肿瘤防治中心)
吴沛宏 (中山大学肿瘤防治中心)
宋尔卫 (中山大学附属第二医院)
张 联 (北京大学肿瘤研究所)
张 聚 (中国科学院北京基因组研究所)
张中伟 (中山大学附属第一医院)
陈 明 (中山大学肿瘤防治中心)
陈 颖 (第二军医大学长海医院)
陈国强 (上海交通大学上海血液病研究所)

- 陈晓光 (中国医学科学院北京协和医学院药物研究所)
- 邵康 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
- 林僖 (中山大学肿瘤防治中心)
- 林东昕 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
- 林桐榆 (中山大学肿瘤防治中心)
- 郑利民 (中山大学肿瘤防治中心)
- 孟俊非 (中山大学附属第一医院)
- 赵方辉 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
- 姜文奇 (中山大学肿瘤防治中心)
- 娄晓敏 (中国科学院北京基因组研究所)
- 夏建川 (中山大学肿瘤防治中心)
- 徐宁志 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
- 陶谦 (香港中文大学肿瘤学系)
- 黄慧强 (中山大学肿瘤防治中心)
- 曹亚 (中南大学肿瘤研究所)
- 龚建平 (华中科技大学附属同济医院)
- 崔念基 (中山大学肿瘤防治中心)
- 康铁邦 (中山大学肿瘤防治中心)
- 覃吉超 (华中科技大学附属同济医院)
- 蒋国梁 (复旦大学附属肿瘤医院)
- 曾益新 (中山大学肿瘤防治中心)
- 游伟程 (北京大学肿瘤研究所)
- 赫捷 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)
- 管忠震 (中山大学肿瘤防治中心)
- 魏于全 (四川大学华西医院)
- 魏文强 (中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院肿瘤研究所)

第3版前言

时光如白驹过隙,转眼间,距《肿瘤学》的第一次出版已经过去近12年。使我们由衷感到欣慰的是,这本教材已广泛使用于开设研究生肿瘤学课程的全国高等医药院校。这是对编者们的努力和付出的最大嘉奖。

在前两次编写过程中,我们既致力于肿瘤学领域的基本问题,又注重当前国际的最新进展。近十年以来,肿瘤学领域发展迅速,分子生物学和组学研究为整个领域带来了巨大的变化,靶向治疗和个体化治疗成为当前研究的热点。因此我们秉承前两版的方向和原则,努力使第三次修订能够把当前肿瘤学科最前沿的进展、最活跃的研究问题呈现给同学们,在编写内容、章节设定方面,进行了较大的调整。为了反映对肿瘤发病机制的最新理解,我们新增了第四章“肿瘤表观遗传学”、第五章“MicroRNA和肿瘤”、第九章“肿瘤干细胞”;将第2版的“肿瘤多因素多步骤发病机制”、“肿瘤的遗传易感性因素”和“肿瘤分子流行病学研究”三章内容合并成新版的第二章“基因-环境交互作用与肿瘤”;将“癌基因”与“抑癌基因”合并为一章;将“细胞分化与肿瘤”与“细胞凋亡与肿瘤”合并为一章。我们增加了第十三章中“肿瘤微创治疗”、第十七章中“肿瘤质子和重离子治疗”及第十九章中“肿瘤个体化治疗”等内容,以介绍和探讨肿瘤治疗的新技术及其前景;在第二十一章中增加了肿瘤基因组学、蛋白质组学研究方法和生物信息学在肿瘤研究中的应用等内容,更系统全面地总结了“肿瘤研究方法学”。同时,我们将第2版中“肿瘤的化学干预研究”与“营养与肿瘤”两章合并改为“肿瘤的预防”,以体现癌症预防在现代医学中的重要意义。

正如我们所知,肿瘤学领域的进展可谓“日新月异”,编者同仁们力图使本版继续兼顾教学适用性和时效性,在呈现基本知识范畴的基础上,希望能够启发同学们的探索灵感。我们恳切期望各位专家、老师和同学继续给予批评指正和帮助。

本次修订工作得到了各位编者的大力支持,特此致谢。

曾益新

2011年11月于广州

目 录

第一章 绪论	1
第一节 对肿瘤认识发展的历史	1
一、中医对肿瘤的认识	1
二、西医对肿瘤的认识	2
第二节 肿瘤学的现状与发展趋势	5
一、流行病学情况	5
二、肿瘤的发病机制	6
三、肿瘤的诊断与治疗	7
四、我国的肿瘤研究	8
第二章 基因 - 环境交互作用与肿瘤	12
第一节 环境致癌因素	12
一、化学因素	12
二、生物因素	20
三、物理因素	26
第二节 遗传易感因素	27
一、高度外显的种系突变与肿瘤易感性	28
二、基因 - 环境交互作用与肿瘤易感性	31
第三节 存在的问题与展望	37
第三章 癌基因与抑癌基因	41
第一节 癌基因研究的发展历史	41
一、实验肿瘤学的诞生	42
二、环境和遗传因素与细胞癌变关系的确立	42
三、肿瘤基因学说的提出	42

四、癌基因、抑癌基因理论的确立与细胞信号传导	43
五、细胞癌变多阶段假说的分子模型	45
六、细胞周期调控因子与癌变机制	45
七、肿瘤多基因变异累积与人类基因组和蛋白组学研究	45
八、我国肿瘤相关基因与肿瘤生物研究的回顾	46
第二节 RNA 肿瘤病毒与病毒癌基因	46
一、反转录病毒与细胞原癌基因活化	47
二、癌基因的分类和功能	48
三、肿瘤 DNA 介导细胞转化与癌基因的鉴定	50
第三节 基因变异方式与癌基因活化和抑癌基因失活	52
一、点突变与癌基因	52
二、DNA 扩增与癌基因	53
三、染色体重排与癌基因	53
四、癌基因甲基化改变	54
五、基因过量表达与癌基因活化的关系	55
六、基因缺失与抑癌基因的失活	56
第四节 癌基因和抑癌基因与人类肿瘤	58
一、蛋白质类癌基因和抑癌基因与肿瘤	58
二、MicroRNA 类癌基因和抑癌基因与人类肿瘤	69
三、非编码 RNA 类癌基因和抑癌基因与肿瘤	72
四、单倍体不足抑癌基因与肿瘤	72
第五节 癌基因和抑癌基因与肿瘤的早期防治	72
一、非可控性炎症与癌基因和抑癌基因变异的累积	72
二、细胞癌变的分子模型与肿瘤相关基因的鉴定	74
三、致癌与抗癌因素调节的肿瘤相关基因的鉴定	75
四、肿瘤基因治疗的临床实践与挑战	75
第六节 存在的问题与展望	75
第四章 肿瘤表观遗传学	83
第一节 表观遗传学	83
一、表观遗传学的发展历史及概念	83
二、肿瘤表观遗传学与遗传学	84
三、人类表观遗传组学计划	85
第二节 DNA 甲基化	86
一、CpG 岛	86
二、DNA 甲基化体系	86
三、抑癌基因甲基化与肿瘤发生	88
四、启动子异常甲基化所致肿瘤细胞信号传导紊乱	91

第三节 组蛋白修饰与染色质重塑	92
一、组蛋白乙酰化	92
二、组蛋白甲基化	93
三、PcG 蛋白复合体	94
四、染色质重塑	95
第四节 表观遗传治疗法	95
第五节 表观遗传分子标记物	98
第六节 DNA 甲基化检测技术	99
一、重亚硫酸氢钠预处理法	99
二、重亚硫酸盐 - 基因组测序法	100
三、甲基化特异性 PCR	100
四、高通量的 DNA 甲基化分析方法	101
第七节 存在的问题与展望	102
 第五章 MicroRNA 和肿瘤	108
第一节 MicroRNA 的生物合成和生物学机制	108
一、miRNA 的生物合成	108
二、miRNA 的生物学机制	110
第二节 MicroRNA 对肿瘤细胞生物程序的调控	110
一、调控细胞增殖的 MicroRNA	110
二、调控细胞凋亡的 MicroRNA	111
三、调控细胞黏附的 MicroRNA	111
四、调控肿瘤血管生成的 MicroRNA	112
第三节 MicroRNA 在各种肿瘤中的研究现状	112
一、MicroRNA 在血液肿瘤中的研究	112
二、MicroRNA 在头颈部肿瘤中的研究	112
三、MicroRNA 在胸部肿瘤中的研究	113
四、MicroRNA 在腹部肿瘤中的研究	114
五、MicroRNA 在妇科肿瘤中的研究	114
六、MicroRNA 在泌尿系统肿瘤中的研究	115
第四节 MicroRNA 与肿瘤诊断和治疗	115
一、MicroRNA 与肿瘤诊断	115
二、MicroRNA 与肿瘤预后	116
三、MicroRNA 在肿瘤治疗中的应用	116
第五节 存在的问题与展望	117
 第六章 信号传导与肿瘤	121
第一节 简要回顾	121

第二节 基本组成	122
一、细胞外因子	122
二、受体	123
三、连接蛋白	125
四、G 蛋白	126
五、第二信使	128
六、胞内激酶	129
七、核受体	130
第三节 主要传导通路	130
一、分类	130
二、酪氨酸激酶受体通路	131
三、G 蛋白连接受体通路	132
四、TGF- β 通路	132
五、TNF 通路	132
六、Wnt 通路	133
七、Integrin 传导通路	134
八、Hedgehog 传导通路	134
九、NF- κ B 传导通路	134
十、JAK/STATs 传导通路	134
十一、PI3K-AKT-mTOR 传导通路	134
十二、核 EGFR 传导通路	134
第四节 表观遗传调控与信号传导	136
一、信号传导与 DNA 甲基化	136
二、信号传导与 MicroRNA	137
三、信号传导与组蛋白翻译后修饰	140
四、泛素化在信号传导中的作用	141
第五节 肿瘤临床中的信号传导	144
一、信号传导异常与肿瘤发生	144
二、肿瘤治疗	145
第六节 细胞信号传导的主要研究方法	147
一、信号传导通路中信号分子的表达与调控	147
二、信号传导通路中信号分子的磷酸化	147
三、信号传导通路中激酶活性的测定	148
四、信号传导通路中信号分子的定位	148
五、信号传导通路中生物大分子相互作用的研究	149
第七节 存在的问题与展望	150
一、传导通路的特异性	150
二、信号传导和癌基因	151
三、信号传导和蛋白相互作用	151
四、信号传导和转录因子	152

五、结语	152
第七章 细胞周期与肿瘤发生、发展	157
第一节 历史回顾	157
一、生命复制之谜的层层揭开	157
二、肿瘤发生、发展研究与生命复制研究的会合	159
三、肿瘤的发生、发展是一个细胞克隆进化的过程	160
四、肿瘤是一类细胞周期疾病	160
第二节 细胞周期调控机制的核心——细胞周期依赖性蛋白激酶	161
一、细胞周期调控机制的核心——细胞周期依赖性蛋白激酶	161
二、细胞周期素是调控细胞周期依赖性蛋白激酶活性的主要成分	162
三、Thr 160/161 磷酸化	165
四、Thr 14/Tyr 15 磷酸化和去磷酸化	166
五、细胞周期依赖性蛋白激酶抑制物	167
第三节 细胞周期机制的两大功能	167
一、细胞周期的启动机制	167
二、细胞周期的运行机制	169
第四节 肿瘤的细胞周期机制破坏	171
一、细胞周期监控机制破坏	171
二、细胞周期驱动机制破坏	172
第五节 存在的问题与展望	174
第八章 细胞分化、凋亡与肿瘤	178
第一节 细胞分化和肿瘤	178
一、细胞分化异常与肿瘤发病学	179
二、诱导分化治疗恶性肿瘤的临床实践	183
第二节 细胞凋亡的基本特点	187
第三节 Caspase 及其抑制蛋白	189
一、Caspase 的结构和活性特点	189
二、Caspase 的作用底物	190
三、Caspase 抑制蛋白	191
第四节 细胞凋亡发生途径和调节机制	192
一、死亡受体和细胞凋亡	192
二、线粒体和细胞凋亡	193
三、内质网应激与细胞凋亡	195
四、Bcl-2 家族与细胞凋亡	198
第五节 细胞凋亡和恶性肿瘤	200
一、凋亡抑制基因 <i>Bcl-2</i> 和恶性肿瘤	200

二、凋亡活化基因 $p53$ 和恶性肿瘤	201
三、其他凋亡相关蛋白和恶性肿瘤	202
第六节 细胞凋亡干预和肿瘤的治疗	203
一、以诱导肿瘤细胞凋亡为目标的基因治疗策略	204
二、以诱导肿瘤细胞凋亡为目标的非基因治疗	205
第七节 存在的问题与展望	205
一、细胞凋亡的异质性	206
二、细胞死亡形式的多样性	206
三、自噬与自噬性细胞死亡	207
四、分化治疗和实体瘤	208
第九章 肿瘤干细胞	214
第一节 历史的回顾	214
第二节 肿瘤异质性:肿瘤干细胞学说还是克隆进化学说	215
第三节 肿瘤干细胞定义	216
第四节 如何鉴定和分离肿瘤干细胞	217
一、分子标记	217
二、边缘群	218
三、细胞球体形成实验	218
四、克隆培养	218
五、标记滞留细胞	219
第五节 肿瘤干细胞的起源	219
第六节 肿瘤干细胞与微环境	220
第七节 靶向肿瘤干细胞治疗肿瘤	221
第八节 逆转肿瘤干细胞的耐药以及对放射性治疗的不敏感	223
第九节 诱导分化治疗或刺激静止的肿瘤干细胞进入细胞周期	223
第十节 存在的问题与展望	224
一、动物模型的问题	224
二、肿瘤干细胞是静止的还是增殖的?	225
三、肿瘤干细胞与转移	226
四、未来的方向	226
第十章 肿瘤转移	232
第一节 肿瘤转移的基本过程	233
一、肿瘤多步骤转移机制	233
二、肿瘤侵袭——肿瘤细胞从原发瘤进入循环系统	234
三、肿瘤转移——肿瘤细胞从循环系统进入继发器官	236
四、肿瘤转移的器官选择性	238

五、研究肿瘤转移的动物模型	240
第二节 肿瘤转移的分子生物学基础	241
一、基因调控下的肿瘤转移	241
二、黏附因子与肿瘤转移	243
三、血管生成和肿瘤转移	245
四、纤溶酶及其调节因子	246
五、基质金属蛋白酶与组织抑制剂	247
六、机体免疫状态与肿瘤转移	249
七、肿瘤干细胞与肿瘤转移	250
八、肿瘤微环境与肿瘤转移	251
第三节 存在的问题与展望	252
一、肿瘤转移的基因治疗	252
二、血管形成抑制剂与抗肿瘤转移	253
三、细胞黏附因子抑制剂与抗肿瘤转移	254
四、基质金属蛋白酶抑制剂与抗肿瘤转移	255
五、肿瘤的靶向治疗与肿瘤转移	255
 第十一章 肿瘤免疫	 260
第一节 肿瘤抗原加工、递呈与识别	260
一、肿瘤抗原	261
二、抗原递呈细胞	264
三、抗原的处理及递呈	265
第二节 机体抗肿瘤免疫应答	268
一、固有免疫细胞的抗肿瘤免疫效应	269
二、适应性免疫细胞的抗肿瘤免疫效应	272
三、细胞因子的抗肿瘤免疫效应	275
第三节 肿瘤免疫逃逸	276
一、肿瘤细胞直接逃逸免疫监控	276
二、肿瘤相关免疫抑制分子	278
三、肿瘤相关免疫抑制性细胞	281
四、肿瘤免疫逃逸策略	283
第四节 肿瘤免疫编辑研究新进展	285
一、肿瘤免疫编辑概念的提出	285
二、肿瘤免疫编辑的研究进展	286
第五节 存在的问题与展望	289
 第十二章 肿瘤的细胞与分子诊断	 295
第一节 细胞与分子诊断在肿瘤研究中的意义和应用	295

一、肿瘤易感基因的检测	296
二、肿瘤的分子分类与分期	297
三、肿瘤的早期诊断	298
四、肿瘤的预后评估和转移风险预测	299
五、肿瘤的个体化和预见性治疗	299
第二节 肿瘤相关基因异常表达及临床病理学意义	301
一、癌基因及临床病理学意义	301
二、抑癌基因及临床病理学意义	303
三、基因异常表达及临床病理学意义	303
第三节 基因突变和扩增及其检测	306
一、基因突变的形式	306
二、基因突变的检测方法	309
三、基因扩增的检测方法	314
第四节 肿瘤基因甲基化及其检测	318
一、DNA 甲基化与肿瘤	319
二、DNA 甲基化的检测方法	319
第五节 生物芯片技术	320
一、DNA 芯片	320
二、蛋白质芯片	321
三、组织和细胞芯片	323
四、miRNA 芯片	324
第六节 基因多态性及其检测	325
一、限制性酶切片长度多态性分析	325
二、微卫星不稳定性分析	326
三、单核苷酸多态性分析	327
第七节 端粒酶与肿瘤的关系及检测	329
一、端粒酶与肿瘤	329
二、端粒酶活性的检测	330
第八节 存在的问题与展望	331
 第十三章 肿瘤影像诊断新技术与微创介入治疗	 334
第一节 CT 的临床应用	334
一、CT 发展的历史和回顾	334
二、螺旋 CT 的临床应用	335
三、CT 对比剂对比增强	340
四、CT 在肿瘤分期中的应用	342
五、存在问题及今后发展方向	343
第二节 磁共振影像诊断和波谱分析	346
一、历史与回顾	346

二、磁共振对比剂	346
三、磁共振血管造影	349
四、磁共振快速成像法	351
五、磁共振波谱分析	355
六、存在的问题与展望	357
第三节 肿瘤的核医学影像诊断与治疗	358
一、概述	358
二、肿瘤的核医学影像诊断	359
三、肿瘤核素靶向治疗	362
四、肿瘤核医学影像诊断与治疗未来发展方向或趋势	364
第四节 肿瘤超声诊断与超声介入诊治新技术	365
一、超声基本知识	365
二、二维灰阶声像图	366
三、彩色多普勒血流图	366
四、腔内超声诊断	366
五、介入性超声	367
六、超声造影	367
第五节 肿瘤的现代微创介入治疗	371
一、概述	371
二、现代肿瘤微创介入治疗与多学科的联合应用	377
三、肿瘤微创淋巴结清除	379
四、根治性肿瘤微创介入治疗	381
五、M 多层次分期与肿瘤的微创介入个体化治疗	381
六、存在的问题与展望	381
第十四章 抗癌药物发展策略	385
第一节 抗癌药物研究的发展	385
一、肿瘤化学预防药物的研究	386
二、肿瘤分化诱导剂的研究	390
三、抗肿瘤侵袭及转移药物的研究	391
四、克服肿瘤耐药的药物研究	395
第二节 抗癌药物发展策略与方向	401
一、抗癌药物的发展策略	401
二、抗癌药物发展的新方向	406
三、存在的问题与展望	416
第十五章 肿瘤的内科治疗	423
第一节 肿瘤化疗的历史及发展概况	423

第二节 癌症化疗的药理学基础	425
一、常用抗癌药物及作用机制概要	425
二、细胞周期动力学与抗癌药物	431
三、化疗药物的耐药机制	432
四、多药抗药性	433
第三节 抗癌药物的合理使用及化学治疗在临床上的应用	434
一、化学治疗与肿瘤细胞增殖动力学	434
二、剂量强度	435
三、联合化疗	436
四、确定治疗的目的	437
第四节 化疗的毒副作用及其处理	438
一、近期毒性	438
二、远期毒性	440
第五节 局部化疗	441
一、腔内化疗	441
二、鞘内化疗	442
三、动脉内化疗	442
第六节 造血干细胞及造血细胞因子支持下的高剂量强度化疗	443
一、造血细胞生长因子单独支持高剂量强度化疗	443
二、自体造血干细胞 (AHSCT) 支持下超大剂量化疗的临床应用	444
三、异基因造血干细胞移植	445
第七节 肿瘤生物治疗	446
一、非特异性免疫治疗	446
二、特异性免疫治疗	448
第八节 靶向药物治疗	448
一、抗体	449
二、酪氨酸激酶的抑制剂	451
三、血管生成抑制剂	452
四、细胞分化诱导剂	454
五、其他的靶治疗药物	455
第九节 存在的问题与展望	456
一、开发针对新靶点和新作用机制的抗肿瘤药物	457
二、寻找高效低毒的药物载体	458
三、肿瘤多药抗药性的逆转剂的开发和临床应用	458
四、造血干细胞移植和提高化疗剂量强度	458
五、抗癌药物的敏感试验和化疗药物个体化	459
六、改进给药途径及肿瘤时辰调节疗法	459
七、肿瘤的个体化治疗	459

第十六章 肿瘤的外科治疗	467
第一节 肿瘤外科的发展	467
一、历史回顾和现代肿瘤外科的发展	467
二、肿瘤外科的生物学概念	468
第二节 肿瘤外科的作用	469
一、预防作用	469
二、诊断作用	470
三、治疗作用	470
四、重建与康复	470
第三节 肿瘤外科的治疗原则	471
一、良性肿瘤的外科治疗原则	471
二、恶性肿瘤的外科治疗原则	471
第四节 肿瘤手术的应用	473
一、诊断性手术	473
二、探查性手术	474
三、治愈性手术	474
四、姑息性手术	474
五、辅助性手术	475
六、重建与康复手术	475
七、预防性手术	475
八、远处转移癌和复发性癌瘤切除术	475
第五节 肿瘤手术注意事项	476
一、术前注意事项	476
二、手术中防止癌瘤扩散	476
三、术后处理	476
四、术后密切随访和疗效评价	476
第六节 存在的问题与展望	476
一、肿瘤外科治疗向细胞分子水平迈进	477
二、肿瘤外科治疗兼顾根治与功能,注重提高生活质量	478
三、更强调综合治疗	478
四、肿瘤微创外科	479
第十七章 现代肿瘤放射治疗学及其展望	482
第一节 放射物理学和新技术的发展及其临床应用	483
一、三维放射治疗计划系统	483
二、立体定向放射外科和立体定向放射治疗	483
三、调强放射治疗	486