



中国科学院教材建设专家委员会规划教材
临床肿瘤学专业系列教材

临床肿瘤放射治疗学

主 编 蔡 晶 季 斌



科学出版社

中国科学院教材建设专家委员会规划教材

临床肿瘤学专业系列教材

临床肿瘤放射治疗学

主 编
副主编

蔡 晶
陈不尤
袁红香

季 斌
杨燕光
韦永明

吴志军 朱海文
刘向阳

科学出版社

北 京

内 容 简 介

肿瘤已成为危害人类生命和健康的主要疾病,严重影响病人的生存和生活质量,肿瘤的防治一直以来就是医务工作者的重要事项,早诊、及时早治是关键。全国各肿瘤专科医院、新成立的肿瘤中心以及各级医院的肿瘤科室需求大量懂专业、技术过硬的肿瘤专业人才。正是为了适应全国乃至全球医学的新形势,培养合格的肿瘤专业的医学人才便成为了当务之急。放射治疗是治疗肿瘤的重要手段,约70%以上的肿瘤需要单独或与手术、化疗联合进行放射治疗。本书内容简明扼要,易学易懂,与临床结合紧密,对常见肿瘤的病因、流行病学、诊断、治疗原则进行了分章论述,同时对放射物理、放射生物作了简单介绍,既强调系统性又突出重点,内容框架清晰明了,图文并茂、直观,易于理解。

本书不仅作为学生学习之用,还可以作为肿瘤学专业工作人员参考,也不失为一本全面的临床参考书。

图书在版编目(CIP)数据

临床肿瘤放射治疗学 / 蔡晶, 季斌主编. —北京: 科学出版社, 2015.2
中国科学院教材建设专家委员会规划教材·临床肿瘤学专业系列教材
ISBN 978-7-03-043274-2

I. 临… II. ①蔡… ②季… III. 肿瘤-放射治疗学-医学学校-教材
IV. R730.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 024503 号

责任编辑: 胡治国 王 超 / 责任校对: 刘亚琦
责任印制: 李 利 / 封面设计: 范璧合

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 2 月第一次印刷 印张: 25 1/2 插页: 4

字数: 602 000

定价: 79.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编写委员会

主任委员 倪衡建

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

王 华	王志伟	火旭东	朱健华	孙礼侠
沐仁旺	张一心	查文章	柏宏坚	屠文娟
葛艺东	强福林	蔡 晶		

编 委 (按姓氏笔画排序)

王纯斌	王学斌	韦永明	方五旺	兰建云
朱海文	朱颖玲	刘 蓉	孙建群	杨俐萍
何 松	张玉泉	陆玉华	陈 平	陈 莉
茅国新	季 斌	季学磊	周 勤	周广军
钟建国	袁红香	钱金强	徐小红	徐美玉
陶 红	梁晓东	薛金玲	戴 敏	

编委会秘书 奚汉清

丛书前言

随着全球人口的日益老龄化以及环境污染不断加重,癌症的发病率持续升高,已成为当前威胁人类健康最严重的疾病之一,癌症死亡已跃居人类死因第1位。我国的肿瘤发病率及病死率亦在逐年增加,这使肿瘤的防治任务十分艰巨。近年来全国各地纷纷建立肿瘤专科医院,综合医院也都设立肿瘤中心、肿瘤科,这使肿瘤专业医学人才的需求激增,加速培养肿瘤防治专业人才也成为当务之急。随着人们对癌症的发生、发展的分子机制认识的加深、人类基因组和蛋白组学研究的兴起、内镜检新技术的应用及CT、MRI、PET-CT等影像技术的不断更新,使得肿瘤的早期诊断率和治疗效果不断提高。而建立多学科专家协作团队(multidisciplinary team)并以外科为主的多学科综合治疗的理念越来越得到临床医生的认可。

目前临床医学专业教学中有关肿瘤学的内容,大都分散于内科学、外科学、妇科学、儿科学等教科书中,不能全面体现肿瘤学的系统性、先进性、关联性、专业型、外延性。例如:肿瘤流行病学内容;快速发展的肿瘤微创治疗、内镜下肿瘤治疗、肿瘤靶向药物治疗、肿瘤生物治疗等治疗学内容;快速扩展的肿瘤标志物、核素诊断与治疗;新兴的肿瘤康复、肿瘤姑息治疗、肿瘤特殊护理等专业内容。上述相关内容有待教材中修改和补充。因此,有必要将临床肿瘤学作为专门的教科书从临床医学教材中独立出来。

为此,南通大学杏林学院在临床医学专业中开设临床肿瘤学专业方向,以培养临床肿瘤学方面专门人才为目标,并重新构建以我国《本科医学教育标准——临床医学专业》为标准,以临床医学专业主干学科和核心课程、临床肿瘤学课程为主体的临床肿瘤学专门人才培养体系。为了实现以上目标,南通大学杏林学院成立了由南通大学七所附属医院相关专业的专家教授组成的“临床肿瘤学系列教材”编委会,经过近3年的调研和探讨,编写出本套适合培养临床肿瘤学专门人才的系列教材。主要由《临床肿瘤学概论》、《临床肿瘤外科学》、《临床肿瘤内科学》、《临床肿瘤妇科学》、《临床肿瘤放射治疗学》、《临床肿瘤病理学》6本教材以及与之相匹配的临床肿瘤学专业学生所用的《内科学》、《外科学》、《妇产科学》、《儿科学》4本教材,后4本教材中省略了相关肿瘤疾病的内容。

临床肿瘤学系列教材借鉴国内、外同类教材的编写模式,遵循“新、全、实用、高质”的总体思路编写而成。旨在提供一套为临床肿瘤学专业学生及有相

关需求的医学工作者所用的教材。力求做到体系创新、理念创新及编写精美。内容上将现有临床医学专业相关教材进行重组和有机融合,按照肿瘤学专门人才培养的逻辑和规律,将教学内容分为普通疾病和肿瘤疾病进行编写。

由于我们的认识深度和编写水平有限,本系列教材在编写过程中可能存在不足之处,欢迎广大医学教育专家及同行们提出宝贵意见。

“临床肿瘤学专业系列教材”编写委员会

2014年12月

前 言

肿瘤的发病率正逐年升高,继心脑血管病以外已成为第二大死因,肿瘤防治工作也越来越受到重视,在医学院已普遍开设肿瘤专业或肿瘤学课程。作为肿瘤治疗三大手段之一的放射治疗也在医学教育中受到重视。放射治疗历史短,发展快,近年来,随着计算机、影像学及放射治疗设备技术的飞速发展,现代放射治疗学发展也极为迅速,在放疗设备、技术、放射物理、放射生物、放射增敏、放射保护、综合治疗等方面都取得长足的进步。

面对日新月异的新理论、新技术,根据高等医学院肿瘤专业教学现状,应学校的要求,我们五家附属医院放疗科成立了《临床肿瘤放射治疗学》教材编写组,根据教学大纲尽可能反映当代放射治疗设备、理论和技术的进展,并适应医学院校不同层次肿瘤专业本科生和研究生“放射治疗学”课程的教学需要。

全书共二十章,从总论到各论,从基础到临床,从恶性病变到良性病变,每章前均有学习目标可供学生学习时把握重点,全书偏重于放射治疗的临床应用。本书综合平衡理论与实践,普及与提高内容的比例,既反映了国内外放疗技术进展,也收录了我们的一些工作经验。内容上坚持系统性与完整性相结合,务求准确详尽地介绍放射治疗基本理论及基本操作,同时尽可能简明扼要、深入浅出地介绍放射物理和放射生物等的基础知识。

本书由南通大学附属肿瘤医院、南通大学附属医院、南通大学第六附属医院、第四附属医院、南通大学芜湖临床医院五家医院放射治疗教研室人员共同努力编写而成。在编写过程中得到来自放疗界许多专家的热心鼓励,得到了南通大学和五家医院的领导、肿瘤医院教科书的关心及大力支持,年轻医生、物理师、研究生精心编辑和校对,特别是杨燕光主任、钱霞医师、葛彬彬物理师、陈曾燕主任等付出了辛勤劳动,借此机会对他们的无私奉献一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,本书在内容、文字、编排、图表等方面不足之处在所难免,恳请各位读者、专家同道批评指正。

蔡 晶

2014年11月20日

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 肿瘤放射治疗的历史和发展	(1)
第二节 放射治疗的基础知识	(3)
第三节 临床放射治疗学	(4)
第四节 恶性肿瘤多学科综合治疗原则	(7)
第五节 常见肿瘤治疗手段与放疗的综合应用	(9)
第六节 临床剂量学的原则和剂量学概念	(11)
第七节 放射治疗学的进展	(12)
第二章 近距离治疗和放射性粒子立体种植治疗简介	(16)
第一节 近距离治疗	(16)
第二节 粒子植入治疗简介	(24)
第三章 临床放射生物	(30)
第一节 放射生物效应基础	(30)
第二节 放射损伤与修复	(32)
第三节 组织分次照射中的4“R”效应及临床意义	(37)
第四节 放射治疗中生物物理因素及常见临床应用方法简介	(43)
第五节 时间、剂量、分次数学模型——线性二次模式	(46)
第六节 放射线对正常组织的影响	(49)
第七节 化学修饰剂效应	(57)
第四章 放射物理基础	(63)
第一节 常用放射源和放射治疗设备	(63)
第二节 治疗计划设计与执行	(79)
第三节 调强适形放射治疗	(87)
第四节 放射治疗的质量保证与质量控制	(90)
第五节 辐射防护	(92)
第五章 立体定向放射治疗	(96)
第一节 立体定向放射治疗的发展与现状	(96)
第二节 立体定向放射治疗的放射生物学基础	(98)
第三节 立体定向放射治疗步骤	(99)
第四节 立体定向放射治疗适应证	(100)
第五节 展望	(101)
第六章 胸部肿瘤	(107)
第一节 食管癌	(107)
第二节 纵隔肿瘤	(113)
第三节 原发性支气管肺癌	(120)

第七章 恶性淋巴瘤	(132)
第一节 总论	(132)
第二节 霍奇金淋巴瘤的放射治疗	(137)
第三节 非霍奇金淋巴瘤	(142)
第八章 消化系统肿瘤	(157)
第一节 消化道正常组织耐受量及消化道恶性肿瘤放疗剂量	(157)
第二节 原发性肝癌	(158)
第三节 胰腺癌	(164)
第四节 直肠癌	(173)
第五节 胃癌	(180)
第九章 泌尿生殖系统肿瘤	(189)
第一节 膀胱癌	(189)
第二节 睾丸肿瘤	(194)
第三节 前列腺癌	(201)
第四节 肾肿瘤	(209)
第十章 乳腺癌	(214)
第一节 概述	(214)
第二节 应用解剖	(214)
第三节 病理分类	(216)
第四节 临床表现及诊断分期	(217)
第五节 乳腺癌的放射治疗	(220)
第六节 乳腺癌的预后	(226)
第十一章 软组织肿瘤	(227)
第一节 发生于躯干及四肢的软组织肿瘤	(227)
第二节 腹膜后区软组织肿瘤	(233)
第十二章 头颈部肿瘤	(238)
第一节 总论	(238)
第二节 鼻咽癌	(243)
第三节 口咽癌	(263)
第四节 下咽癌	(269)
第五节 喉癌	(274)
第六节 口腔癌	(282)
第七节 上颌窦癌	(292)
第八节 甲状腺癌	(296)
第十三章 神经系统肿瘤	(302)
第一节 胶质细胞瘤	(302)
第二节 垂体瘤	(308)
第三节 生殖细胞瘤	(312)
第四节 髓母细胞瘤	(315)
第五节 神经系统其他肿瘤	(318)

第十四章	妇科肿瘤	(320)
第一节	外阴癌	(320)
第二节	阴道癌	(323)
第三节	宫颈癌	(326)
第四节	子宫内膜癌	(332)
第五节	卵巢癌	(338)
第六节	输卵管癌	(342)
第七节	妇科恶性肿瘤放疗反应及放疗并发症	(344)
第十五章	转移性肿瘤的放射治疗	(347)
第一节	脑转移瘤	(347)
第二节	转移性骨肿瘤	(348)
第三节	转移性肝癌	(350)
第四节	肺转移瘤	(352)
第十六章	肿瘤的热疗	(354)
第一节	概述	(354)
第二节	肿瘤热疗的分类、概念及机理	(354)
第三节	热疗联合放射治疗的生物学基础	(355)
第四节	影响热疗疗效的因素和热疗的不良反应	(356)
第五节	常见恶性肿瘤的临床热疗应用和禁忌证	(357)
第十七章	皮肤癌及恶性黑色素瘤	(359)
第一节	皮肤癌	(359)
第二节	恶性黑色素瘤	(362)
第十八章	儿童恶性肿瘤	(366)
第一节	肾母细胞瘤	(366)
第二节	神经母细胞瘤	(371)
第十九章	肿瘤急诊放疗	(379)
第一节	上腔静脉压迫综合征	(379)
第二节	脊髓压迫症	(382)
第二十章	良性病放射治疗	(385)
第一节	良性病放射治疗概要	(385)
第二节	常见良性病放射治疗	(386)
参考文献		(393)
附录		(395)
彩图		

第一章 总 论

学习目标

1. 了解肿瘤放射治疗发展,放射治疗的分类。
2. 熟悉放射治疗在肿瘤治疗中的地位、放射治疗的基础、常用的放射治疗技术。
3. 掌握综合治疗的定义和恶性肿瘤多学科综合治疗原则;掌握临床剂量学的原则和剂量学概念。

放射治疗(radiotherapy)是利用各种射线作用于肿瘤细胞发生直接或间接电离,致使细胞 DNA 单链或双链断裂,从而杀灭肿瘤的一种方法,主要用于治疗恶性肿瘤,所以亦称为放射肿瘤学(radiation oncology)。放射治疗、手术治疗和化学治疗是恶性肿瘤治疗的三大主要手段。世界卫生组织(world health organization,WHO)在 20 世纪末报告,称恶性肿瘤患者中有 45%是可治愈的,其中外科治疗治愈的占 22%,放射治疗治愈的占 18%,化疗治愈的占 5%。放射治疗除了用于治疗恶性肿瘤外,还可以用于治疗一些良性肿瘤(如胸腺瘤、脑膜瘤、垂体瘤等)和良性疾病(如狐臭、瘢痕等)。

第一节 肿瘤放射治疗的历史和发展

1. 放射治疗设备的历史 1895 年伦琴发现 X 线,1898 年居里夫人发现镭,1899 年首次使用镭治疗第一例额头皮肤血管瘤患者,至今放射治疗已有 110 多年的历史。在放疗初期,使用镭管或镭模直接贴敷肿瘤,或用镭针插入肿瘤进行组织间放疗,即近距离放疗。这些方法只适用于位于浅表的肿瘤,或能经自然腔道进入部位的肿瘤,对体积较大肿瘤的放射剂量分布不佳,而且对医护人员的辐射量较大。1922 年库里吉(Coulidge)制成 200kVX 线治疗机,同年在巴黎召开的国际肿瘤会议上 Coutard 和 Hautant 报道了放射治疗可治愈晚期喉癌,从此进入了远距离放射治疗时代。

放射治疗在初始阶段发展经过了艰难的历程,至 20 世纪 50 年代人工放射性同位素如 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 等问世,1951 年加拿大研制成功远距离 ^{60}Co 治疗机(平均能量 1.25MV),开创了高能射线时代,20 世纪 60 年代医用直线加速器开始应用于临床,放射治疗也逐渐形成了独立的学科。直线加速器先后经过了第一代行波电子直线加速器、第二代驻波加速器和第三代高能双光子电子直线加速器(亦用驻波方式加速)。20 世纪 70 年代建立了近距离镭疗的巴黎系统,随着计算机技术的发展,至 20 世纪 80 年代,由计算机控制的近距离后装放疗机问世,使近距离放疗再次被临床应用。现代后装放疗机使放射源放置的位置、剂量计算更为精确,并且完全避免了对工作人员的辐射,因而形成了远距离外放射和近距离内放射共存的局面。

20 世纪 60 年代末瑞典生产了第一台 γ 刀,其后又出现了 X 刀,开创了立体定向放疗技术。近 20 多年以来,由于电子计算机和 CT 技术的高度发展并在放疗中应用,放射物理、放射生物学和放射治疗学等学科和工程学的不断发展,推动了放射治疗飞速进展,已经形成

集计算机、影像和加速器为一体的现代放射治疗新技术,精确定位(precise localization)、精确计划(precise planning)和精确治疗(precise treatment)的“三精原则(3P)”得到重视,放射治疗已全面进入了三维立体放射治疗时代,包括立体定向放射治疗(stereotactic radiation therapy, SRT)、三维适形放射治疗(3-dimensional conformal radiation therapy, 3D-CRT)、调强放射治疗(intensity-modulated radiation therapy, IMRT)、容积调强放射治疗(volumetric modulated arc therapy, VMAT)、图像引导放射治疗(image guided radiation therapy, IGRT)及自适应放疗(adaptive radiation therapy, ART)等,提供了进行精确定位、精确设计和精确治疗系列技术。这些先进技术使照射的高剂量适合肿瘤靶区形状,能在给靶区高剂量均匀照射的同时,周围正常组织受到的剂量却很小。在不增加正常组织损伤的情况下,提高靶区剂量,进而改善肿瘤局部控制率、提高生存率,又减少后遗症、改善患者生活质量。

2. 放射生物学发展 在放射治疗早期阶段,由于不了解放射线的生物效应,只用发生皮肤红斑反应作为剂量参考。随着临床实践经验的累积,1934年 Coutard 开创了每周五次、每次 2Gy 的常规分割放疗方法,达到比单次放射更好的疗效,同时放射反应也较轻。数十年来放射生物研究人员采用了超分割放射治疗、加速超分割放射治疗、后程加速分割放射治疗等剂量分割模式的探索,并取得了一定的效果,降低了正常组织的损伤概率(normal tissue complication probability, NTCP),但常规分割放疗方法仍然是最常用的分割方法,一直沿用至今。1956年,细胞集落形成率的实验成功,以及对放射线引起细胞增殖死亡的概念的认识,临床上对时间-剂量-分割(TDF)的关系也开始逐步有所了解。20世纪70年代 Ellis 提出 NSD(名义标准剂量)公式,曾被广泛应用于放射治疗方案的换算,但很快就被 L-Q(线性平方)模式取代。L-Q 模式最大特点是区分了肿瘤早期反应正常组织和晚期反应正常组织。虽然它存在不少局限性,但一直沿用至今。自第二次世界大战后放射保护的研究就已开始,虽然至今还没有发现非常理想的放射增敏和放射保护的药物,但硝基咪唑类的乏氧细胞增敏剂以及 WR2721 等放射保护剂,仍有一定的临床应用价值和进一步研究的前景。

3. 我国放射治疗的发展 1920年初北平协和医院安装了第一台浅层 X 线治疗机,1927年北平协和医院放射科,添置了深部 X 线治疗机设备,并且聘用了美籍物理师,我国第一次有了专业物理师。1949年解放时,全国在北京、上海、广州及沈阳等地有 5 家医院有放射治疗设备。新中国成立后,特别是改革开放后,放射治疗发展迅速,1986年成立中华医学会放射肿瘤学会,谷铎之教授任第一任主任委员。1992年发行了《中华放射肿瘤学杂志》。根据中华放射肿瘤学会调查结果显示,1986年全国有放射治疗医院 264 家,从事放射治疗专业人员 4679 人。电子直线加速器 71 台,60 钴治疗机 224 台。到 2006 年,全国开展放射治疗的医院有 952 家,从事放射治疗事业专业人员 18 992 人,其中医生是 5247 人。2011 年全国放疗单位 1162 家,较 2006 年增加了 210 个,放疗医师 8550,较 2006 年增加了 63%,加速器 1300 台,⁶⁰Co 远距离治疗机 382 台。但是中国直线加速器数量远远没有达到人口需要,低于英国(3.4 台/百万人口)、法国(5 台/百万人口)、美国(8.2 台/百万人口)等发达国家水平,且没有达到世界卫生组织建议的 2~3 台/百万人口基本要求,并且中国的放疗发展地区不平衡,只有北京、上海、江苏、广州等少部分城市达到 2 台/百万人口,偏远地区、农村地区放疗设备、人员缺乏。按 WHO 在 20 世纪末报告,约 65%~70% 的肿瘤患者在不同阶段、因不同的治疗目的需要接受放射治疗,每年我国恶性肿瘤发生约 310 万人,推算应有 200 万左右新病人需放射治疗,但实际只有 60 万患者

接受放射治疗。主要是放疗设备、医技人员相对不足,特别是放疗物理师数量的增长远远低于放疗医生数量的增长,放疗物理师与医生比远远低于欧美等发达国家,放疗物理师的缺乏限制放疗事业的发展。因此,培养社会需要的合格的物理师、医师迫在眉睫。目前我国能制造 ^{60}Co 远距离治疗机、直线加速器、模拟定位机、治疗计划系统、近距离治疗机、立体定向放射治疗等各种放射治疗设备。

总之,放射肿瘤学是一门年轻而又充满活力的学科,它的历史短、发展快,设备和理论不断更新,潜在力量大,前途较广。放射线看不见,摸不着;放射治疗对患者器官与功能的影响小,不良反应相对小,疗效确切,这些既是优点,易于被患者接受;亦是缺点,容易酿成不可挽回的事故。同时,放射治疗需要一支训练有素、配合良好的医生、技术员、物理师、工程师、护士组成的医疗团队。

第二节 放射治疗的基础知识

放射治疗是肿瘤临床医疗工作中的一部分,掌握和使用放射治疗的医师需要全面且独立的对病人负责,要仔细询问病史,亲自检查病人,复习病理资料(必要时要进行活检取材)及制订治疗方案和计划等。吴恒兴、谷铎之、刘泰福等著名肿瘤放射治疗学家也多次强调,放射治疗是临床一级学科,外科医生使用有形的金属刀在手术室内的手术台上切除肿瘤,而放疗科医生则是使用无形的射线(刀)在放射机房完成肿瘤“切除”术。所以,放疗医师作为特殊的临床医师就必须具备以下知识。

1. 一般临床知识 是放射治疗学知识中最重要的基础知识,放疗医师需要有内、外、妇、儿科、病理等学科的相关知识,要熟练掌握影像学知识,特别是CT、MRI、ECT等影像诊断,能正确诊断和勾画靶区,能诊断和处理一般并发症和伴发病,特别是一些常见急诊。

2. 肿瘤学知识 要了解肿瘤病因及流行病学特点;掌握肿瘤病理学、分子生物学、诊断、鉴别诊断;对现有各种诊断检查方法的优缺点、可靠性应有很好认识;掌握各种肿瘤的生长规律、转移方式、途径、临床分期和国际分期,各种治疗手段的适应证、优缺点和预后等知识。掌握各种指南、规范,牢固树立综合治疗的观念;治疗的同时注意保全器官功能,提高生活质量。

3. 临床放射物理学知识 必须了解各种放射源、放射治疗机及各种电离辐射的特点,掌握X线、 γ 线及高能电子束、质子、重粒子等射线特征,合理选用放射源、放疗方式、模拟定位、治疗计划的设计和执行等,参与放疗质量保障与控制及放射防护。

4. 临床放射生物学知识 主要研究放射线对肿瘤和机体的作用机制,进一步探讨人类肿瘤及正常组织在放射治疗中的生物学问题。探讨影响肿瘤和正常组织对放射线反应性的生物学因素,寻找最大可能杀灭肿瘤的同时,尽可能地减少放射治疗副作用的办法和措施,充分理解放射生物学中重要概念和生物效应对放疗方案设计和执行的影响并应用于临床。

5. 放射技术学知识 研究具体应用各种放射源或放疗设备特点、各种治疗病人的技术方法。包括照射野设置、定位技术、摆位操作、辅助装置使用等技术实施。治疗时要一丝不苟、认真负责,以求制订和实施更好、更全面的治疗方案。同时力求了解病人心理,尊重患者各项权利等。要向病人及家属耐心、细致地解释病情及治疗计划,得到患者和家属的理解和配合,并在治疗前签署放射治疗同意书。要掌握临床剂量学四原则:肿瘤

剂量准确、肿瘤区剂量均匀、提高治疗区剂量和降低正常组织受照剂量和范围、保护重要器官。

6. 相关基础知识 当前不少放疗相关设备均为全数字化系统,由较为复杂的计算机系统控制,不同设备之间实现网络化管理,因此,医师、物理师应对计算机、网络连接和英语基础知识等有一定程度的了解和掌握,对网络安全和数据备份的完整性有充分认识,确保放射治疗安全、有序的开展。还要有一定的科研基础和能力,以适应学科发展的需要。

第三节 临床放射治疗学

一、肿瘤放射治疗的分类

放射治疗是治疗肿瘤的一种重要局部治疗手段,放疗的原则是最大限度地消灭肿瘤,同时最大限度地保护正常组织。在不产生严重并发症的前提下,控制肿瘤,提高患者的生存质量。按照治疗的目的可以分根治性放疗、辅助性放疗和姑息性放疗。

1. 根治性放疗 是指以根治肿瘤为目的,经过适当剂量的放疗后,患者的局部肿瘤获得有效控制的放疗方式。靶区包括原发灶和相关的淋巴引流区,照射剂量比较高,预期患者可以获得长期生存,但在治疗过程中或治疗后可产生一些放射治疗毒副反应,虽然不可避免但应控制在临床可接受的限度内。

主要适用于下列情况:①肿瘤生长在重要器官或邻近重要器官,如鼻咽癌、下咽癌、喉癌等头颈部肿瘤,手术切除将严重影响重要器官的功能或无法彻底切除;②肿瘤对放疗敏感,放疗能有效控制或杀灭肿瘤,如早期霍奇金淋巴瘤等;③部分早期肿瘤患者因合并症等原因不能耐受手术治疗和局部晚期肿瘤因侵犯周围正常组织难以行根治手术者,如肺癌、食管癌、前列腺癌等。

2. 辅助性放疗 放疗作为综合治疗的一部分,与手术(术前、术后和术中放疗)或化疗(诱导化疗、同期放化疗、辅助化疗)配合,在手术或化疗前后放疗可以缩小肿瘤或消除潜在的局部转移病灶,提高治愈率,减少复发和转移,提高病人的治疗效果。(将在第五节中详述)

3. 姑息性放疗 对于不能根治的晚期肿瘤患者,以缓解患者痛苦,改善生存质量,延长生存时间为目的的放射治疗。姑息性放疗一般都采用大剂量分割,尽量减少照射次数,缩短治疗时间,快速达到治疗目的。

姑息性放疗主要作用有:①缓解疼痛:骨转移是最常见的指征,尤其溶骨性病变有较好的止痛作用,对软组织浸润引起的疼痛也有明显的止痛作用;②缓解压迫症状:对肿瘤引起的上腔静脉压迫症、脊髓压迫症、呼吸道压迫等有较好的减压作用;③脑转移瘤:可以改善患者生存质量,延长患者生存期,特别是肺癌、乳腺癌等脑转移;④止血:针对鼻咽癌、头颈部肿瘤、肺癌及宫颈癌等所致出血,放疗可有效止血;⑤其他转移肿瘤:主要包括腹腔转移性淋巴结的放疗,有较好的缓解症状作用。

但有时候在姑息性放疗中肿瘤退缩明显,患者的一般情况有了很大的改善,此时可将姑息性放疗改为根治性放疗,以追求更大的临床获益和患者的长期存活。同样,在根治性放疗的过程中因并发症和伴发病不能耐受放射治疗也可由根治性放疗改为姑息性放疗。

二、放射治疗计划与实施

现代肿瘤的放射治疗计划与实施是一个多学科、多种工作人员协同的多环节、多步骤的复杂过程。

1. 制订治疗方案 放疗前,医师根据每位患者的详细病史、体征、病理诊断、实验室和影像检查资料、全身情况等,集体讨论制订最适合的个体治疗方案,确定初步的放疗原则,然后向患者解释为什么要放疗、预后情况、可能出现的不良反应、并发症和后遗症等,并签署放疗知情同意书。

2. 确定放射源和方法 根据肿瘤的具体情况、治疗目的、经济状况可以选择常规放疗、三维适形放疗、调强放射治疗及近距离放射治疗等不同治疗方法,根据肿瘤大小、深度等选择不同的放射源和射线能量。

3. 体位固定 确定放疗原则后,由医生、物理师和技师根据患者具体情况选择和制作固定模具,为保证放射治疗的准确实施,尽量选择患者舒适的、重复性好且能满足治疗需要的体位。一般情况下,头颈部肿瘤患者选择仰卧位热塑面膜或头颈肩膜固定,而胸腹部肿瘤患者选择仰卧位真空垫或体膜固定,乳腺放疗使用乳腺托架,盆腔肿瘤患者可选择俯卧位腹板固定。体位固定完成后,CT 扫描定位,需要增强扫描病人签署造影剂应用知情同意书。这部分工作在模拟机室和 CT 室进行。

4. 定位与图像采集 应用模拟定位机或 CT 模拟定位机,采集患者的治疗图像,并应用激光灯等定位系统建立治疗坐标,CT 扫描完成后,将影像数据通过放疗专用网络传输至放疗科治疗计划系统(treatment planning system,TPS),进行图像的重建与融合。

5. 靶区及危及器官的勾画 由放疗医师根据患者病情,并考虑组织器官的位移和治疗设备精确性等多方面综合分析,和影像科医师、物理师共同参与勾画靶区。精确放疗靶区包括大体肿瘤区(gross tumor volume, GTV,指 CT/MRI 等显示的肿瘤轮廓)、临床靶区(clinical tumor volume, CTV,指 GTV 和肿瘤可能侵犯的亚临床灶)、计划靶区(planning tumor volume, PTV,考虑患者器官运动和摆位误差的 CTV),危及器官(organs at risk, OAR 靶区周围的正常器官)等。有条件的医院尽量做图像融合,减少单一的 CT 图像勾画靶区造成的误差,可采用 CT-MRI、CT-PET 定位融合技术。

6. 计划设计、评估、审核、确认 放疗靶区和重要器官组织轮廓勾画完成后,由物理师根据医师要求设计精确复杂的放疗计划。治疗计划的设计是一个极其复杂的过程,对物理师的要求很高,结合患者的不同情况设计两到三个计划供临床医生选择、评估、审核、反复优化,直到满意为止,评估优化目标是在保证肿瘤获得足够放疗剂量的同时,尽可能控制重要器官组织的照射剂量不超正常组织耐受剂量,从而保护重要器官组织的功能和患者生活质量。最后由高级职称医生、物理师确认计划。

7. 传输、验证 计划确认后传输至指定的治疗机,新的计划传输完成后在治疗日志记录备案并验证。验证包括三项:放疗中心位置验证(即复位)、射野验证和剂量验证。①放疗中心位置验证:依照计划系统给出的肿瘤中心位置,找出对应的体表标志作为放疗时摆位的依据。治疗前 CT 模拟机下的验证和 CBCT 的在线验证同时应用,以保证患者放疗的精度,提高治疗质量。②射野验证:指在确定放疗中心位置后,利用模拟机拍摄 X 线片,核对中心位置、每个照射野形状、入射角度和射野大小等是否正确,可将位置误差控制在 2~3mm

以内。③剂量验证:由物理师通过人体仿真体模,Mapcheck 或 Compass 等进行剂量验证,比较实体内所接受的射线照射剂量与计划系统所设计的照射剂量是否一致。医生、物理师、技师三方签字后方可治疗。

8. 放疗计划实施 在这个过程中治疗技师是完成这一工作的执行者,尤其是现代放疗以精确治疗为主要治疗的手段,治疗的成功与否与治疗师关系很大。为了保证摆位质量,要求 2 名技术员同时摆位,并定期通过应用 CBCT 等对患者进行位置验证。

三、常用的放射治疗技术

1. 三维适形放射治疗和调强放射治疗 放射治疗的目标是将放疗剂量集中到肿瘤靶区内杀死肿瘤同时尽可能降低周围正常组织的受量。理想的放射治疗技术应使高剂量分布与肿瘤靶区形状在三维方向上一致。要达到三维适形的剂量分布,必须满足两个条件:①每个照射野几何形状与肿瘤靶区形状一致;②照射野内的剂量强度按一定要求进行束流强度调节,使肿瘤靶区形状与靶区周围重要的器官达到最佳的剂量分布。如果满足条件①,称为三维适形放疗(3D-CRT);如果同时满足条件①②,称为调强放射治疗(IMRT)。

三维适形放射治疗和调强放射治疗是计算机技术和影像学发展及放射物理剂量计算方法改进等多种技术进步的结果,是肿瘤放疗技术上重大革新,其优势在于:①能最大限度地降低周围正常组织器官受照体积和剂量,减少正常组织的并发症,改善患者生活质量;②可以提高肿瘤受照射的剂量,增加肿瘤局部控制率,提高治愈率。

2. 立体定向放射治疗 立体定向放射治疗(SRT)的概念是瑞典神经外科学家 Leksell 在 1952 年首先提出的,是指采用立体定向技术,用多个小野从三维空间将放射线聚焦在病灶,实施单次或多次大剂量照射,在肿瘤靶区内形成高剂量,而周围正常组织受照射量很小,由于在靶区边缘剂量陡然下降,类似外科手术刀对肿瘤的切除效果。1968 年第一台以⁶⁰Co 作为放射源的立体定向放射治疗问世,称为 γ 刀。20 世纪 80 年代,直线加速器开始替代⁶⁰Co 应用于立体定向放射治疗,称其为“X 刀”。

立体定向放射治疗主要有以下特点:

(1) 定位准确,立体定向放射治疗肿瘤周边剂量快,要求照射靶点位置高度精确,通过头、体架、体膜、垫固定体位,CT 定位达到准确定位。

(2) 剂量分布集中,靶区内剂量高,靶区周边剂量快速跌落,周围正常组织剂量低。

(3) 适合治疗小体积较规则的病灶,如颅内病灶直径多小于 3cm。

(4) 单次照射剂量高,疗程短。

(5) 生物剂量高,可以达到根治性治疗。

3. 图像引导放射治疗技术 图像引导的放射治疗(IGRT)是指利用计算机技术将放射治疗机和成像设备相结合,在患者每次放射治疗前或治疗中采集图像,将采集的图像信息和设计治疗计划时的图像信息进行比较,确定肿瘤靶区移位和形态变化大小并进行校准,减小治疗误差,提高放疗精度。IGRT 的作用是:①在单次治疗中,由于病人的自主体内运动,使得病人体内的靶区产生空间位置移动,IGRT 可以动态跟踪这一位置偏移;②IGRT 能更有效地进行治疗中或治疗后的质量保证(quality assurance, QA)和质量控制(quality control, QC),如客观记录放射治疗过程中病人信息的射野图像;③在治疗的一段时间内,肿瘤的大小和位置会发生改变,IGRT 可以适时调整以适应这些变化。

4. 呼吸门控技术 由于受到呼吸运动的影响,位于胸腹部的病灶具有较大幅度的移动,在传统放疗中考虑呼吸运动则需要增加较大的计划靶区(PTV),会导致受照正常组织受照射范围显著增加。呼吸门控技术(respiratory gating technology)是指在放射治疗过程中监测患者呼吸运动,在特定呼吸时相触发射线照射,降低正常组织受照射剂量。

5. 放射性粒子组织间插植技术 放射性粒子组织间插植技术是指在三维治疗计划系统指导下,将微型的放射源按一定间距插植在瘤体内,通过其持续发出的低能量射线杀死肿瘤细胞。

第四节 恶性肿瘤多学科综合治疗原则

现有治疗中任何一种治疗方法治疗该肿瘤都有一定优势和局限性;要更好地治疗恶性肿瘤,就应该系统地了解患者目前状况,肿瘤病理类型、分化程度、生物学行为,临床分期和机体状况等,依据疾病的特点和患者机体状况,将现有的治疗手段有机地结合起来,扬长避短,相互补充,力争最大限度地杀灭肿瘤细胞,提高治愈率,并将机体损伤降低到最低程度。

一、综合治疗的定义

1958年,中国医学科学院肿瘤医院制定了以综合治疗为模式的肿瘤治疗方向,根据吴恒兴、金显宅两位前辈讨论肿瘤综合治疗的定义“根据病人的机体状况,肿瘤的病理类型、侵犯范围(病期)和发展趋向,有计划地合理地应用现有的治疗手段,以期较大幅度地提高治愈率。”今天,综合应用现有的可能方法诊断、治疗肿瘤已经深入人心。肿瘤的综合治疗需要多学科的参与,即多学科综合治疗协作组(multidisciplinary team,MDT)对患者诊疗决策,通过集体讨论的形式来制订最佳治疗方案。MDT模式是患者经首诊医生拟诊为肿瘤后,根据患者所患疾病的不同,患者被推荐到相应的MDT专业组(如呼吸系统肿瘤组、乳腺肿瘤组、消化系统肿瘤组等)。根据分期检查的要求进行分期检查,在明确患者治疗前分期后,按照临床治疗指南或临床研究方案,结合患者的个体情况制订规范化的个体治疗计划。

MDT的优点是缩短了诊断到治疗的时间,MDT中不同专科的医生能够在同一时间看到患者的全部的临床诊断资料;经过多学科会诊和讨论,根据大家共同接受的治疗原则和临床指南,做出适合具体病人的个体化最佳的治疗方案;通过具体病例会诊和讨论,进一步促进不同学科间的交流,增进对不同学科的了解,使得对肿瘤学知识有一个较为全面的认识,保障最佳治疗方案的实施,以获得高水平的医疗质量和治疗疗效,同时有利于临床研究和基础科研的开展,加快知识更新和确保在本学科处于领先地位,还有利于获得更多的研究经费和资助,获得疾病治疗的最佳性价比。

二、肿瘤综合治疗的原则

合理、有计划的综合治疗已在相当多的肿瘤中取得较好的疗效。近40年来综合治疗已经取代传统的单一治疗,而且在相当多的肿瘤中提高了治愈率。由于改善了对于肿瘤的全身性控制,使得某些病人即使有了转移仍可能获得治愈。在另一方面,也促进了肿瘤生物学研究的发展,促使我们对肿瘤的基因调控、生长和播散规律、异质性或不均一性(heteroge-