

放射治疗系列丛书

鼻咽癌临床放射治疗决策

主编 秦继勇 郎锦义 易俊林 李文辉



科学出版社

放射治疗系列丛书

鼻咽癌临床放射治疗决策

主编 秦继勇 郎锦义 易俊林 李文辉

科学出版社

北 京

内 容 简 介

在鼻咽癌规范化诊疗基础上,本书以最新临床综合治疗及放射治疗进展为主要论述点,以提高专科医师的临床决策能力为目的。在临床实践中,本书指导医生能根据病情及实际情况,确定最优的临床规范化治疗原则、放射治疗技术和流程、放射治疗计划制订及评估等,着重临床决策的实用性、指导性。

本书内容丰富翔实、系统全面、简明扼要,主要作为肿瘤学、放射肿瘤学住院医师的规范培训;也可作为肿瘤科及放射治疗科医、技师,进修医师及相关学科的教师、研究生、本科生的教材和临床实践参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

鼻咽癌临床放射治疗决策 / 秦继勇等主编. —北京: 科学出版社, 2017.6
(放射治疗系列丛书)

ISBN 978-7-03-052941-1

I. ①鼻… II. ①秦… III. ①鼻咽癌—放射疗法 III. ①R739.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 116394 号

责任编辑: 张天佐 胡治国 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张欣秀 / 封面设计: 陈 敬

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

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>

北京科印技术咨询服务公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 6 月第 一 次印刷 印张: 7 1/4 插页: 4

字数: 159 000

定价: 69.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编者名单

主 编 秦继勇 郎锦义 易俊林 李文辉

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁莹莹 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

邓省益 曲靖市第一人民医院

冯 梅 四川省肿瘤医院

刘 颖 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

刘旭红 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

李 懿 成都军区昆明总医院

李文辉 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

李晓江 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

李康明 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

杨润祥 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

沈丽达 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

陈 宏 成都军区昆明总医院

易俊林 中国医学科学院肿瘤医院

郑 虹 云南省第一人民医院

郎锦义 四川省肿瘤医院

胥 莹 昆明医科大学第二附属医院

秦 远 四川省肿瘤医院

秦浩原 北京全域医疗技术有限公司

秦继勇 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

姬卫华 云南省残疾人康复中心

黄晓东 中国医学科学院肿瘤医院

董 坚 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

鞠云鹤 云南省肿瘤医院(昆明医科大学第三附属医院)

前 言

鼻咽癌在中国是常见恶性肿瘤之一，放射治疗是首选的治疗手段。随着对鼻咽癌广泛深入的基础、临床研究的开展，现代影像诊断的进步以及放射治疗学新理论、新技术、新设备、新方法的不断出现，肿瘤放射治疗进展迅速，放射治疗方法和技术有很大的改变，对鼻咽癌的临床诊治水平产生了质的飞跃。

目前，鼻咽癌综合治疗后的五年生存率，已经从 20 世纪 90 年代以前的 50%~60%，提高到现今的 70%~80%左右。随着逆向调强适形放射治疗（intensity modulated radiation therapy, IMRT）技术的应用以及综合治疗的进展，鼻咽癌的 5 年局部区域控制率已超过 90%，逐渐成为鼻咽癌的标准放疗技术。规范地进行鼻咽癌 IMRT，要求精确解剖定位、剂量分布及更严格的正常组织保护等。

随着放疗技术的迅猛发展和临床试验中不断获得的新数据，针对放疗专科医师及培训医师必须具备规范化的诊治理念和全面的相关知识，更好地开展规范化的肿瘤放射治疗。根据相关的国家临床诊疗指南、诊疗规范、诊疗纲要、临床路径、专家共识和技术管理规范，及查阅国内外大量有关文献的基础上，参照 NCCN 指南，并结合国内外相关推荐指南，及查阅国内外大量有关文献的基础上，针对鼻咽癌规范化的放射治疗及其相关内容编写。

本教材强调肿瘤综合治疗规范化，编委来自国内多家肿瘤医院和放射治疗中心，均是活跃在科研和临床一线，并有着丰富教学经验的医学工作者、教授。在系统总结多年来鼻咽癌放射治疗经验，以鼻咽癌的放射治疗原则、放射治疗技术与方法、放射治疗计划制定及评估、肿瘤残存或复发的处理为核心，融合了 2013 年国际最新的颈部淋巴结分区定义、2016 年美国国立综合癌症网络（NCCN）指南建议及其他国内外指南建议，并对各个指南推荐的鼻咽癌临床靶区（CTV）和相关危及器官（OARs）的勾画、解剖范围定义及剂量限制给予列出、比较。

本教材坚持与专科医师的准入和培训对接，充分考虑到肿瘤学、放射肿瘤学专科的培训特点，强调把基本理论转化为临床实践、基本知识转化为临床思维、基本技能转化为临床能力，提高专业能力，以提高临床能力为主的系统性、规范化为编写原则，能够满足不同地区、不同层次的培训要求。既有临床指导意义，又具有学术研究价值；旨在为从事鼻咽癌放射治疗的专业人士提供临床参考。

本书可作为全国各地肿瘤学、放射肿瘤学住院医师规范化培训的参考教材；也可作为肿瘤科及放射治疗科医、技师，进修医师以及相关学科的教师、研究生、本科生的教材和临床

实践参考用书。

由于编者的学识、水平和能力所限，在编写过程中难免有所疏漏，文中不当之处在所难免，盼读者诸君能予以谅解，不吝指正，以便再版时能有所改进。

衷心地感谢周围同事的帮助和关心；感谢我们的家人，正是他们的理解、支持和鼓励，使我们能全身心地投入工作；最后，感谢北京华光普泰科贸有限公司、科学出版社的鼎力相助，使得本书顺利完成、出版。

秦继勇 郎锦义 易俊林 李文辉

2017年1月

目 录

前言

第一篇 现代精确放射治疗

第一章 现代远距离放射治疗技术的发展	1
第一节 “二维技术” (2D) 时代	1
第二节 “三维技术” (3D) 精确时代	1
第二章 现代“精确三维放射治疗技术” (3D) 的发展	2
第一节 精确的三维适形放射治疗	2
第二节 精确的三维调强适形放射治疗	2
第三节 精确的四维图像引导调强适形放射治疗	3
第四节 精确的五维生物影像引导调强适形放射治疗	5
第三章 现代不同放射治疗技术的特点	6
第一节 “二维技术” (2D) 是简单粗放技术	6
第二节 “三维技术” (3D) 是复杂精确技术	6
第三节 现代放射治疗技术的优势	7
第四章 中国鼻咽癌放射治疗历程	8

第二篇 鼻 咽 癌

第一章 概述	10
第二章 解剖学、局部侵犯及淋巴引流	11
第一节 鼻咽的解剖、局部侵犯	11
第二节 鼻咽的淋巴引流	14
第三章 生物学特性与病理类型	16
第一节 生物学特性	16
第二节 病理类型	18
第四章 临床表现	19
第一节 临床症状	19
第二节 体征	21
第五章 检查	24
第一节 临床检查	24

第二节 实验室检查	30
第六章 诊断与鉴别诊断	36
第一节 诊断	36
第二节 鉴别诊断	36
第七章 分期	40
第一节 中国鼻咽癌 2008 年分期	40
第二节 2010 年 UICC/AJCC 鼻咽癌第 7 版分期	41
第八章 治疗	43
第一节 综合治疗原则	43
第二节 放射治疗	44
第三节 放射治疗后肿瘤残存的处理	64
第四节 鼻咽癌放疗后残存肿瘤的手术治疗	64
第五节 复发与转移的处理	65
第六节 远处转移病灶及放射治疗原则	66
第七节 放射治疗的不良反应及临床处理	67
第八节 鼻咽癌的化疗	76
第九节 鼻咽癌分子靶向治疗	82
第十节 支持治疗	83
第九章 疗效及影响预后的因素	86
第一节 疗效	86
第二节 影响预后的因素	87
参考文献	88
附录	92
附录 I	92
附录 II	92
附录 III	92
附录 IV	96
附录 V	97
附录 VI	98
附录 VII	103
彩图	
彩图 1 鼻咽腔的结构	1
彩图 2 颅底孔和相关的脑神经	1
彩图 3 颅脑神经功能示意图	2
彩图 4 骨骼、静脉和淋巴结的冠状位重建图	3

彩图 5 骨骼、静脉和淋巴结的矢状位重建图	3
彩图 6 鼻咽癌侵犯规律示意图	4
彩图 7 体位、固定、体表标记	4
彩图 8 鼻咽非角化未分化癌, 双颈淋巴结转移, $cT_2N_2M_0$, III 期靶区勾画、剂量	5
彩图 9 鼻咽非角化未分化癌, 双颈淋巴结转移, $cT_2N_2M_0$, III 期 IMRT 6MV-X 线等剂量曲线分布、计划评估	5
彩图 10 鼻咽周围危及器官的勾画(1)	6
彩图 11 鼻咽周围危及器官的勾画(2)	7
彩图 12 鼻咽肿瘤体积在放疗前、放疗第 3 周的变化情况	8
彩图 13 肿瘤体积在期间的变化	8
彩图 14 治疗过程患者体重和肿瘤变化对剂量分布的影响	8

第一篇 现代精确放射治疗

第一章 现代远距离放射治疗技术的发展

现代远距离放射治疗技术由“二维技术”(2D)时代,跨入“三维技术”(3D)精确时代。

第一节 “二维技术”(2D)时代

恶性肿瘤具有局部侵蚀、转移的特点,且由于周围不同组织对肿瘤侵袭的限制作用,使得肿瘤的形状很不规则。传统的二维放射治疗计划由人计算、控制,射线束多数只能通过相对固定的方向、角度投照;只能根据肿瘤形状在二维平面上的投影形成的图形,“近似外形”地给予规则或不规则野大面积照射。

目前,二维放射治疗只用在表浅肿瘤(需要用电子线照射),肿瘤急症(肿瘤导致的上腔静脉压迫综合征、脊髓压迫症、颅内高压症),肿瘤导致的疼痛、出血、分泌物增多、压迫症状(骨转移瘤、颅脑转移瘤等)。

第二节 “三维技术”(3D)精确时代

随着人类对肿瘤研究的不断深入、科学技术的进步及计算机的广泛应用,现代放射治疗技术已由传统的简单粗放的“二维技术”(2D)跨入由多种影像引导的精确定位、精确计划、精确治疗的“三维技术”(3D)精确时代(又称三精时代),患者因此获得了微创的根治性或姑息性的疗效高、损伤低的精确放射治疗,并扩大了肿瘤放射治疗的适应证。

精确放射治疗不可或缺的重要保障之一是放射治疗计划系统,它是放疗技术特别是精确放疗技术得以实现的中枢环节。放射治疗计划是在专用计算机系统的帮助下确定射线的照射方式,对不同治疗方法的剂量分布进行精确计算,并根据计算结果选取对肿瘤治疗最为合理的剂量分布方案,并付诸实施。

放射治疗计划设计的剂量分布不合理、剂量不足,则达不到根除治疗的剂量要求,且可损伤肿瘤周围正常组织器官,增加患者的痛苦。放射治疗计划制订的好坏,直接影响临床放射治疗的精度和临床疗效。

(刘旭红 秦继勇 易俊林)

第二章 现代“精确三维放射治疗技术”(3D)的发展

目前,临床上运用的外照射技术有常规放射治疗(2D)、三维适形放射治疗(3D-CRT)、逆向调强适形放射治疗(IMRT)、立体定向放射治疗(SRS)和图像引导调强放射治疗(IGRT)。

常规放射治疗(2D)是指放射治疗医师依据经验或利用简单的定位设备(X线模拟机)及有限的CT影像资料,在患者体表直接标记出照射区域或等中心,人工计算照射剂量,进行放射治疗。2D放射治疗方法简单易行,但位置精度和剂量精度较低,患者不良反应相对较大。

第一节 精确的三维适形放射治疗

三维适形放射治疗(three dimensional conformal radiation therapy, 3D-CRT)是采用最新的影像技术对患者定位扫描,同时利用计算机治疗计划系统(treatment planning system, TPS)完成治疗计划的设计与评估,并可实时监控照射的全过程。

通过计算机和TPS软件重建患者的三维信息,医生和物理师在“三维假体”(virtual patient)上完成靶区和正常组织的勾画(勾画外轮廓、靶区、正常组织等体积),利用射野方向观(beam's eye view, BEV)功能从三维方向(体积)进行照射野设计(避开不应照射的重要结构,计算重要器官与靶区的剂量体积数据),实现射野形状与肿瘤外轮廓一致、射野内的射线强度均匀或只做简单的改变(如用棋形块或补偿块改变射线束计量分布)和三维的剂量计算,最终利用剂量体积直方图(dose-volume histograms, DVHs)进行计划评估。

三维治疗计划系统提供虚拟模拟工具,由人和计算机共同进行计算、控制,使计划者可以观察三维空间中靶区、危及器官与治疗机的相对关系,进而调整准直器、机架、治疗床及治疗等的中心,使其射束入射方向及治疗野的设置是根据对三维靶区照射进行的。三维治疗计划系统产生的射线束能从多个(任何)方向(非共面)、多个(任何)角度准确照射肿瘤,使每个方向、每个角度,照射肿瘤的每一射线束的形状均与肿瘤(靶区)的形状一致。

计算剂量的算法,考虑到射束向各个方向的发散的同时,修正各个方向的非均匀,最后以三维的方式分析并评估治疗计划,以体积形式而不是只在横截面上观测剂量分布。

第二节 精确的三维调强适形放射治疗

逆向调强适形放射治疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)使用具备逆向优化功能的治疗计划系统、能够实现强度调制的加速器实施系统、网络系统和调强治疗计划验证系统等先进的仪器设备。

IMRT在三维适形放疗技术的基础上,通过计算机的各种优化算法,并根据各靶区临床剂量要求,逆向生成非均匀射束强度,以更好地保护正常器官;同时,增加靶区剂量,在三维空间上实现了剂量分布与靶区的适形度(肿瘤形状)的一致。该技术基本解决了静止、刚性靶区的剂量适形问题,其剂量分布较常规3D-CRT有极大的改善。

调强计划系统基于患者三维图像获取靶区和危及器官的立体信息,通过确定靶区剂量和危及器官限量,由优化算法计算出各个射野所需的强度分布;同时,再将非均匀的强度分布优化分配给射野的每一微小部分(称为子束或子野),对构成治疗计划的数万个子束的相对强度进行设置,加强了对射野辐射通量的控制。

加速器射野内的辐射束强度分布,则由辐射束强度调制器来改变,使其按需要生成最优剂量

分布。在剂量引导下“有的放矢”地雕刻相对均匀的高剂量分布范围,使射线产生的高剂量曲线形状,在三维方向上与肿瘤(靶区)的立体形状一致,又避免周围正常组织高剂量的累积。

一、实现调强适形放射治疗的方式

1. 二维物理补偿器 通过改变补偿器不同部位的厚度,而调整野内照射强度;影响射线能谱分布。

2. 多叶准直器(multileaf collimator, MLC)静态调强 根据照射野所需强度分布,利用 MLC 形成的多个子野,以子野为单位进行分步照射;在子野转换时,加速器出束需要中断。

3. MLC 动态调强 通过调整 MLC 叶片的运动速度和加速器剂量率,使其互相配合产生不均匀的照射野剂量分布;叶片运动过程中,加速器出束不中断。

4. 容积调强(volumetric modulated arc therapy, VMAT) 加速器机架旋转,同时调整加速器剂量率和 MLC 射野形状,达到调强目的;加速器机架转速、剂量率、MLC 位置等参数均可以调节。

5. 螺旋断层调强放射治疗(TOMO) 按治疗床的不同步进方法,分为 Carol 和 Mackie 方式,前者单层治疗时,治疗床不动;后者治疗时,床与机架同时运动。目前,临床常见的是 Mackie 方式。与 CT 一样,螺旋断层治疗机治疗时机架和床同时运动,射束可从共面的各个方向扇形入射,并且使扇形射束之间连接平滑,提高治疗速度。

6. 电磁扫描调强 在电子回旋加速器的治疗头上,安装两对正交偏转磁铁,通过计算机控制偏转电流的大小,即可调整电子束照射的面积、强度,从而进行电子束调强。

7. 其他调强方式 如独立准直器调强和水银“棋盘”调强。

二、调强适形放射治疗的质量保证

调强适形放射治疗对位置和剂量的精度要求很高,为精确地将所需剂量照射到靶区,必须验证整套治疗系统。

调强放射治疗的质量保证,包括调强放疗治疗系统的常规直线加速器、多叶光栅、机载影像系统、计划系统质量保证、针对具体患者的剂量学验证(点绝对剂量、照射野通量分布、剖面等剂量线分布验证)和实时位置验证质量保证。

第三节 精确的四维图像引导调强适形放射治疗

图像引导调强适形放射治疗(image guided radiation therapy, IGRT),是在运动管理过程中“实时跟踪肿瘤”充分保证预先设计的精确三维适形放疗计划得到实现的照射方式(技术)。

IGRT 技术将成像设备与直线加速器结合,并加入时间的概念;充分考虑到人体解剖组织、靶区,在放射治疗过程中通过运动、变化等引起放疗剂量分布的变化并影响治疗计划。

一、射线照射和靶区运动

调强放射治疗技术可以产生高度适合靶区形状的剂量分布,达到了剂量绘画或剂量雕刻(dose painting/sculpture)的效果,但在实际分次放射治疗过程中,存在射线照射和靶区运动的相互影响(interplay),包括以下几个方面:

1. 分次治疗的摆位误差(身体治疗部位的位置和形状均可能发生变化)、不同分次间(interfraction)的体内靶区形状移位和变形,以及同一分次(intrafraction)的靶区运动,这会导致靶

区与周围危及器官的位置关系发生变化。

2. 对于摆位误差和分次间的靶区移位(合称误差),可采用在线校位[电子射野影像装置(electronic portal imaging device, EPID)、CT-on-rail 技术或锥形束(cone beam)CT 技术]或自适应放射治疗技术。

3. 对于同一分次中的靶区运动,可采用呼吸控制技术(屏气和呼吸门控技术)、4D 放射治疗技术或实时跟踪技术。

二、自适应放射治疗技术

自适应放射治疗技术根据放射治疗过程中的反馈信息,对放射治疗方案做相应调整的放射治疗技术或模式,即根据个体的摆位误差调整间距,根据患者每个分次实际照射剂量的累积情况,调整后续分次的照射剂量,或者根据疗程中肿瘤对治疗的相应情况,调整靶区和(或)处方剂量。

三、4D 放射治疗技术

4D 放射治疗技术是在影像定位、计划设计和治疗实施阶段,均明确考虑解剖结构随时间变化的放射治疗技术。但前提是,治疗时靶区及周围危及器官的运动完全与影像定位时它们各自的运动相同。

4D 放射治疗技术是由 4D 影像、4D 计划设计和 4D 治疗实施技术三部分组成:①4D 影像:指在一个呼吸或其他运动周期的每个时相采集一套图像,所有时相的图像构成一个时间序列,从而得到图像采集部位在一个呼吸或运动周期的完整运动图像。②4D 计划设计:根据 4D 影像数据,优化确定一套带有时相标签射野参数的计划过程。③4D 治疗实施:采用 4D 影像所用的相同的呼吸或运动监测装置,监测患者呼吸或运动;当呼吸或运动进行到某个呼吸或运动时相时,治疗机即调用该时相的射野参数实施照射。

治疗实施对呼吸时相的变化有响应时间,需要预测软件以减少响应时间引入的误差。目前,4D 计划设计和 4D 治疗实施技术还处于研究阶段,开展 4D 治疗还有待两者的发展成熟。

四、实时跟踪治疗技术

首先,人的呼吸运动或其他运动并不是严格重复的,即使是连续的 2 个周期之间,也会有周期长度、呼吸或运动幅度等的差别。其次,由于治疗时间往往要比影像定位时间长,尤其是采用复杂技术(如 IMRT)或分次剂量高的技术(如立体定向放疗技术),患者难以保持固定不变的姿势,患者身体会发生不自主的运动。

对于这些不能预先确定的运动,只能采用实时测量、实时跟踪(realtime tracking)的技术,即实时跟踪治疗技术。该技术要求实时调整射线束或患者身体,以保证射线束与运动靶区的空间位置相对不变。

目前,最常用的实时测量方法有 X 射线摄影或与其他方法(如体表红外线监测装置、AC 电磁场和超声)结合。Calypso 4D 实时定位系统:利用置于患者体外的 AC 电磁场阵列,诱导植入靶区或靶区附近的转发器,并接收转发器发回的共振信号,确定转发器的位置,从而确定靶区的位置。转发器大小为 $1.8\text{mm} \times 8.0\text{mm}$,通常植入 3 个,系统测量频率 10Hz,测量准确度达亚毫米级。

射线束调整包括配备 MLC 的加速器、电磁场控制的扫描射线束和安装于机器手上的加速器(CyberKnife 可调整整个治疗机,改变射线束的位置和方向,保证照射野始终对准靶区照射)三种方式。

通过治疗床的调整实现身体调整,该方法只适用于缓慢的、间断性的运动,不适用于呼吸引起的连续运动,因此其应用价值有限。

第四节 精确的五维生物影像引导调强适形放射治疗

放射治疗未来将朝着更加精确方向发展,在解剖影像提供高清晰图像的基础上,根据功能影像(MR)、分子影像(PET)提供的肿瘤分子生物学影像资料;考虑患者个体肿瘤内部代谢、缺氧、增殖、凋亡、基因突变及不同亚靶区放射敏感性等生物学特性,经分子影像和分子病理指导,功能性和分子影像结合,把空间(spatial)、时间(time)和生物学因素(biology)等因素综合考虑在内,按照肿瘤内部细胞恶性程度的不同,给予不同的根治性放射治疗剂量。

这种“量体裁衣”地应用精确四维调强适形放疗技术,在“分子剂量引导下雕刻”(给予)不同生物学特性的靶区或亚靶区不同剂量和分割模式的“自适应生物影像引导的个体化放疗”,称为精确的五维生物影像引导调强适形放射治疗(BIGRT)。

(邓省益 秦浩原 秦继勇 易俊林)

第三章 现代不同放射治疗技术的特点

2D 和 3D 适形放射治疗技术,均严格遵照、执行肿瘤放射治疗“临床剂量学四原则”,即①肿瘤剂量要求准确。②肿瘤治疗区域内剂量分布要均匀,剂量变化梯度不超过 $\pm 5\%$ 。③照射野设计应尽量提高治疗区域内剂量,降低照射区正常组织受照范围。④保护肿瘤周围重要器官免受照射,不超过耐受量的范围。

2D 和精确 3D[三维适形、调强放射治疗(IMRT、IGRT)技术],对靶区的确定和危及器官的保护要求是相同的。在临床应用中,需要根据肿瘤的生物特性、生长部位、大小和周围正常组织、器官(特别是危及器官)的耐受性等综合考虑来决定;不因放射治疗技术不同而不同,只是简单技术条件下无法实现。

第一节 “二维技术”(2D)是简单粗放技术

医生根据患者体格检查、X 线片、CT 片所获取肿瘤的上下、左右、前后的体表投影,确定照射野的上下、左右、前后界线,并根据肿瘤与重要危及器官的关系,综合考虑照射部位、照射范围大小和照射剂量等,设计出 2~4 个(共面或非共面)照射野,并用适当铅块遮挡正常组织,形成放射治疗计划,经相应照射野画在患者体表或固定体模上。

放疗计划只有二维等剂量曲线覆盖照射范围,无法区分肿瘤与周围正常组织、危及器官的相互关系;且无法实现同一患者多程放疗计划的融合、统计分析,无法比较同一患者不同计划的优劣。

放射治疗的实施,仅靠画在患者体表或固定体模上图形摆位投照;而摆位的准确性、重复性、稳定性等误差,主要依赖于医生、放疗技师的临床经验和简单的技术验证来控制。

传统经验的“二维放疗”:患者整个放射治疗计划执行的质量控制、质量保证,只能靠人来把握、监控。

第二节 “三维技术”(3D)是复杂精确技术

“精确三维技术”(3D)是专业团队经验、先进加速器、影像设备、计算机精确控制的人、机结合时代的技术。

医生可根据 CT、MRI、PET-CT 等提供的单独和(或)融合影像资料准确勾画出肿瘤形状,呈现出三维立体的肿瘤图形,可形成(相对)精确的肿瘤不规则靶区。医生根据肿瘤不规则靶区,决定照射部位、照射范围和治疗参数设定等;而多叶准直器遮挡部位、停留时间、每个野照射剂量和三维等剂量曲线覆盖照射范围等,完全由物理师通过计算机计划系统进行精确计算、设野,可设计出 2~9 个(共面或非共面)照射大野和几十个配套子野,只在患者体表、体内或固定体模上设置 3 个定位标志点。

同时,计算机计划系统精确计算得到的呈三维体积剂量关系的等剂量曲线图,能清晰显示出肿瘤与周围正常组织、危及器官的相互关系;且实现同一患者多程放疗计划的融合和统计分析,对同一患者不同放疗计划的优劣进行比较和评估,从而实现给予某些特定精确照射的可能。

照射时,依靠患者体表、体内或固定体模上设置的 3 个定位标志点摆位,影像跟踪系统和计算机实时精确监控每次投照;而摆位的准确性、重复性、稳定性等误差,也在医生、物理师和放疗技师的临床经验、影像跟踪系统及计算机精确、有效监视下实施,并实时进行相应调整,患者

完全可以全程参与。

现代精确的“三维技术”使患者整个放射治疗计划执行的质量控制、质量保证，完全依靠人、机完美结合来把握、监控。

第三节 现代放射治疗技术的优势

美国每年有 60%~70%的恶性肿瘤患者接受放疗，每例肿瘤患者可能在不同病期、不同阶段需要接受放射治疗。

现代调强放射治疗(IMRT、IGRT)采用精确、立体的无形射线束，在剂量引导下，锋利的调形、调强的射线束产生高度的三维立体适形形状、高度的高剂量立体曲线形状，从而消融肿瘤并治愈肿瘤。该无形的射线束持续安全，且该射线束精度高、剂量高、疗效高、损伤低，是一种先进的体外精确三维立体定向消融肿瘤的现代放射治疗技术。在临床研究、实践中得到证实：①提高肿瘤照射剂量，达到提高局部控制率和生存率的目的，如前列腺癌、鼻咽癌和头颈部肿瘤的治疗。②降低正常组织照射剂量及不良反应，达到保护重要器官及提高生活质量的目的，如鼻咽癌、头颈部肿瘤、头颈部淋巴瘤、胰腺癌、肝癌、颅内肿瘤等的治疗。③新技术的应用改变了某些肿瘤的分割照射模式，可以提高单次照射剂量，进行大分割照射，缩短了治疗疗程。④扩大了放疗的适应证，某些在临床上不能用常规照射实施治疗的肿瘤，可以通过调强适形放疗来完成，如直肠癌根治术后放疗后局部复发、肝转移瘤、腹盆腔淋巴结转移等的治疗，可提高患者的生存并缓解症状。

随着人们生活水平的不断提高，防癌、治癌知识的科学普及，恶性肿瘤早期诊断、早期治疗的患者比例将进一步提高，接受现代放射治疗恶性肿瘤患者的比例将提高到 70%~80%，精确放射治疗可以根治的、治愈的肿瘤患者比例也将进一步提升。

放射治疗可以单独治愈肿瘤，也可以与手术、化疗等治疗方法有机整合，达到肿瘤根治性(单纯的、保全功能的)、辅助性(术前)、预防性(术中、术后)、姑息性(高姑息、低姑息)放射治疗的目的。此外，从肿瘤临床治疗的角度出发，根治性放射治疗剂量对肿瘤治疗的意义与其可能产生的不良反应相比，利大于弊。

(刘旭红 秦继勇 易俊林 李文辉)

第四章 中国鼻咽癌放射治疗历程

一、医学影像诊断设备、技术的进步，保证了鼻咽癌的解剖位置的准确定位

20 世纪 70 年代末以前，靠 X 线拍照鼻咽部侧位平片、鼻咽腔钡胶浆造影片、颅底颞顶位片。

20 世纪 80 年代以后，通过 CT 横断面扫描图像能分辨骨性结构和软组织结构，比起过去的 X 线片仅能见到矢状面的骨性标志有很大的优越性。

现代 MRI 对鼻咽癌的诊断更可显示其优势，平扫显示鼻咽癌范围，增强可显示海绵窦和颅内侵犯，解剖结构、病变显示清楚。

影像诊断图像的发展，可清晰显示出肿瘤侵犯范围及与周围组织的关系，保证了鼻咽癌解剖位置的准确定位。

图像融合系统将定位 CT 图像和 MRI 图像融合，准确确定大体肿瘤的位置。随着肿瘤生物学行为认识的不断加深，对临床靶区的确定更加合理。

二、放射治疗计划系统的进步，实现了鼻咽癌照射剂量的准确分布

鼻咽癌放射治疗照射野设计是从源皮距照射，到源瘤距；从规则野至非规则野的低熔点铅挡块技术，到计算机控制的多叶光栅技术；从垂直、水平二维野照射，到共面、非共面三维适形旋转照射；照射范围从肿瘤上下、左右、前后的体表投影和二维设计，到现在计算机时代的多模态影像融合技术的三维立体靶区勾画及设计。

目前先进的放射治疗计划系统，能够实现逆向调强计划设计，确保剂量分布达到肿瘤控制要求，同时可很好的保护周围正常组织。

三、先进的放射治疗设备和图像引导系统，确保了放射治疗的准确实施

（一）鼻咽癌放射治疗体位固定设备及技术的发展

鼻咽癌放射治疗体位固定设备从沙包、泡沫枕、尼龙搭带固定，逐渐发展到头部热塑膜固定、头颈肩热塑膜固定、头颈肩热塑膜+真空袋固定和头颈肩热塑膜+发泡胶成型固定。充分保证了患者体位舒适，有效固定和重复性、精确性。

（二）鼻咽癌放射治疗模拟定位设备及技术的发展

鼻咽癌在 20 世纪 70 年代以前，是靠体表定位进行照射野设计；80 年代，靠 X 线模拟机定位进行靶区设计；90 年代，靠 CT 模拟机定位进行靶区设计；2010 年后，由 MRI 模拟机定位及多模态影像技术进行靶区设计。

（三）先进的加速器和图像引导系统，确保了放射治疗的准确实施

对放射治疗计划实施的不确定性、未知性的监测，从慢感光胶片验证、电子射野影像系统 (EPID) 验证到锥形束 CT (CBCT) 验证、螺旋断层放射治疗机 (TOMO) 的 X 线计算机体层摄影术 (MVCT) 验证。先进的加速器和图像引导系统，确保了放射治疗的准确实施并实现全程可控。