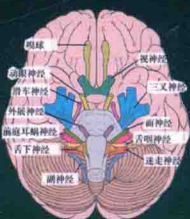
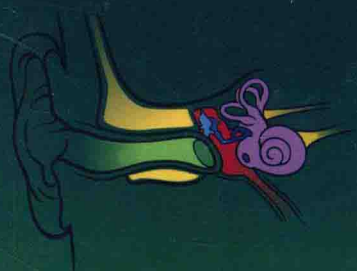


Delineation and Protection of Organs at Risk in Precision Radiotherapy for Head and Neck Cancers

头颈部肿瘤精确放射治疗中 危及器官与正常组织 勾画及保护



主 编 王胜资 陆嘉德 [美]南希·李
副主编 袁 伟 张海燕 邹丽芬 丁 浩

 NTARGET



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



AME
Publishing Company

头颈部肿瘤精确放射治疗中 危及器官与正常组织 勾画及保护

主 编 王胜资 陆嘉德 [美]南希·李
副主编 袁 伟 张海燕 邹丽芬 丁 浩

 N TARGET

 中南大学出版社
www.csupress.com.cn

 AME
Publishing Company

图书在版编目 (CIP) 数据

头颈部肿瘤精确放射治疗中危及器官与正常组织勾画及保护/王胜资, 陆嘉德, [美]南希·李(Nancy Y Lee)主编. —长沙: 中南大学出版社, 2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5487 - 2607 - 4

I. ①头... II. ①王... ②陆... ③南... III. ①头颈部肿瘤—放射治疗学 IV. ①R739.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 284985 号

头颈部肿瘤精确放射治疗中危及器官与正常组织勾画及保护 TOU JING BU ZHONG LIU JING QUE FANG SHE ZHI LIAO ZHONG WEI JI QI GUAN YU ZHENG CHANG ZU ZHI GOU HUA JI BAO HU

王胜资 陆嘉德 [美]南希·李 (Nancy Y Lee) 主编

□丛书策划 汪道远 昌 兰

□责任编辑 孙娟娟 陈海波 李 媚

□责任校对 石曼婷

□责任印制 易建国 潘飘飘

□版式设计 胡晓艳

□出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731-88876770

传真: 0731-88710482

□印 装 湖南印美彩印有限公司

□开 本 710×1000 1/16 □印张 10.75 □字数 209 千字

□版 次 2016 年 11 月第 1 版 □2016 年 11 月第 1 次印刷

□书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2607 - 4

□定 价 285.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

科研项目

1. “The relationship between radiotherapy technique QA and morbidity of radiation-induced hearing loss of patients with NPC in low and middle income countries” , 项目编号: E33039, 国际原子能机构项目(International Atomic Energy Agency, IAEA), 主持人: 王胜资。
2. “鼻咽癌精确放疗中对听觉系统功能保护优化方案的临床研究” , 项目编号: 201640062, 上海市卫生计生委项目, 主持人: 王胜资。
3. “复发性鼻咽癌再程放射治疗的临床研究” , 项目编号: SHDC12015118, 上海申康医院发展中心临床科技创新项目, 主持人: 陆嘉德。

编写者

(按姓氏笔划排列)

- 丁 浩 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院肿瘤科, 副主任医师、医学博士
- 王 杰 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 医学博士在读
- 王 容 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射诊断科, 医学硕士在读
- 王 雷 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 医学物理师
- 王伟芳 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师、医学硕士
- 王胜资 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主任医师、教授、医学博士
- 田 姝 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院肿瘤科, 主治医师、医学硕士
- 朱 奕 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师、医学博士
- 李 骥 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师、医学硕士
- 南希·李 美国纽约Memorial Sloan Kettering Cancer Center 放疗科, 教授、医学博士
- 杨 钢 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师
- 邹丽芬 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 副主任医师、医学硕士
- 宋新貌 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师、医学博士
- 张海燕 放疗科, 副主任医师
- 陆嘉德 上海市质子重离子医院放疗科, 教授、医学博士、中央“千人计划”国家特聘专家
- 陈 浮 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 主治医师、医学博士
- 周贝妮 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 秘书
- 钟玉凤 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射诊断科, 医学硕士在读
- 袁 伟 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 副主任医师、医学硕士
- 倪晓晨 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 医学物理师、生物医学工程硕士
- 郭 明 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 医学物理师、生物医学工程硕士
- 唐作华 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射诊断科, 主任医师、医学博士
- 诸 枫 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 剂量师
- 龚逸灵 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 剂量师
- 燕 丽 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科, 医学博士在读

序言

头颈部肿瘤放射治疗常面临着两方面的挑战：①肿瘤控制失败；②照射野内正常组织放射损伤，进而导致不同程度地影响疗后生活质量。随着影像技术的发展、精确放疗技术的开展，对于头颈部的大多数肿瘤，其局部、区域控率和总生存率都有了不同程度的提高，但需提醒，在目前的工作中，与肿瘤放疗相关的研究相比，正常组织保护方面的研究相对较少。究其原因，一方面是因为对正常组织放射损伤进行评价需要更长时间的观察；另一方面是因为不同组织有着不同的放射生物学数据。尽管在放射线效应的生物学基础研究领域，以及精确放射治疗技术方面已取得了令人瞩目的进展，然而在长期生存的患者中正常组织的放射损伤是我们不得不面对的现状。

这本名为《头颈部肿瘤精确放射治疗中危及器官与正常组织勾画及保护》的著作，由王胜资教授、陆嘉德教授与Nancy Lee教授共同主编，复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科同仁积极参与，大家围绕头颈部肿瘤放射治疗的临床实践过程，细心观察、深刻领会、逐步调整、聚合资料、分层总结，最终获取到了可靠、可信的结论。本书有三个特点：

第一：解剖描述与放射损伤总结相呼应。从头颈部肿瘤放射治疗中危及器官的解剖、生理功能特点着手，将放射损伤剂量学的研究逐一阐述，并结合相对应的解剖和生理功能特点加以描述，故十分方便临床医生的理解和应用，实用性强。

第二：概括了最新的研究成果。本书综述了头颈部肿瘤放射治疗中正常组织保护剂量学研究的最新文献，较为全面、客观地概括了头颈部肿瘤正常组织和器官的勾画，以及剂量学限制要求的临床研究资料，与当今精确放疗技术(如容积调强技术)全面了解正常组织和器官的受照剂量的要求相适应，满足了精确放疗对正常组织保护研究及临床应用的要求。

第三：图文并茂。本书简明扼要、突出重点，同时配有危及器官勾画后的数字重建图像，是当今对头颈部肿瘤正常组织放射损伤描述较为全面的参考书，十分方便繁忙的临床工作者参照应用。

精确放射治疗计划的制定不但有利于提高患者的生活质量，也是降低医疗费用早期干预的强有力的方法。虽然目前国内有关肿瘤放射治疗的书籍较多，但如此专业地针对头颈部肿瘤放射治疗危及器官与正常组织勾画及保护、且内容较为全面的编著却很少。王胜资教授、陆嘉德教授与Nancy Lee教授等三位国内外著名专家、学者以及复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科同仁，长期致力于头颈部肿瘤的放射治疗，在头颈部肿瘤放射治疗中除了关注局控率和生存率外，也非常注重头颈部正常组织和重要器官的保护，注重患者治疗后的生活质量，并在这方面做了很多有意义的工作。这本《头颈部肿瘤精确放射治疗中危及器官与正常组织勾画及保护》是十分优异且相当前沿的著作，在当今放射治疗工作中具有相当高的临床参考价值与实用意义，相信它的出版将会对本专业的进一步发展起到有力的推动作用，并让放疗界同仁与患者共同获益。在此也真诚希望我国放疗界同仁多在意观察、总结各自在肿瘤放射治疗中所积累的经验，为推动我国放疗事业的发展作出更大的贡献。

徐国镇

中国医学科学院肿瘤医院放疗科，教授

引言

头颈部肿瘤中90%以上为鳞状细胞癌，对放射治疗敏感，70%~80%的头颈部肿瘤在治疗过程中需放射治疗的介入。随着现代放疗技术的发展，头颈部肿瘤放疗后局控率和生存率有了明显的提高，尤其是鼻咽癌放疗后的五年生存率已达80%以上，疗后生活质量成为评价一个治疗计划成功与否的重要指标之一。现代三维适形放疗技术的发展，包括调强放疗技术、影像引导放疗技术、容积调强放疗技术及立体定向放疗技术等，使得在头颈部肿瘤的放疗中，射线更集中于肿瘤靶区的同时，肿瘤周围正常组织的受照剂量明显降低；在针对不同靶区使用剂量递进方案的同时，可使正常组织的剂量控制能根据不同组织耐受性的特点实施剂量定量限制。

头颈部重要器官比较集中，解剖关系复杂，在过去的十年中，三维适形调强放疗技术已逐渐成熟并在临床广泛应用，位于体表的一些重要器官如腮腺等的功能得到了很好的保护。但纵观疗后随访情况，相当部分患者的生活质量仍受正常组织放射损伤的困扰，特别是在长期生存的患者中，吞咽困难、听觉功能损伤、视力下降、张口困难及后组颅神经损伤等导致的症状仍不同程度地存在，有些损伤导致的症状甚至很严重，使患者在生存的同时需忍受极大的躯体上的痛苦。

精确的组织器官勾画是放射治疗计划制定中对正常组织实施保护的前提，目前的文献中已有越来越多的研究关注这方面的问题，但内容较分散，不利于繁忙的临床医生参考学习。多年来，我们一直想编撰一本简明实用的头颈部肿瘤放射治疗的正常组织勾画参考手册，让繁忙的临床医生方便查阅。本书以本院多年的放射治疗临床实践为基础，全面复习最新参考文献，结合危及器官解剖、功能特点、放射治疗中危及器官剂量限制临床研究数据来展示危及组织和器官的勾画及剂量限制要求，同时通过CT或CT-MRI图像的连续勾画图像及危及器官勾画后数字重建图像的立体显示，使勾画的器官和组织更直观易懂。本书中的正常组织和器官的勾画全部基于放射治疗计划制定时的图像接

口，在确保其实用性的同时，方便参考应用。我们衷心地希望这本参考书能对临床一线医生在头颈部肿瘤放射治疗方面的实践有所帮助，也希望聆听来自同行的指正与建议，以便能在再版时改进。

王胜资

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科，
主任医师、教授、医学博士

陆嘉德

上海市质子重离子医院放疗科，
教授、医学博士、中央“千人计划”国家特聘专家

[美]南希·李

美国纽约Memorial Sloan Kettering Cancer Center 放疗科，
教授、医学博士

致谢

本工具书的完成是复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科全体同仁长期努力工作、经验积累的结果。我要感谢他们在此工具书编写过程中所表现出的齐心协力，将我科多年来头颈部肿瘤放射治疗中对正常组织保护的心得以文字和勾画图谱的形式呈现给大家。相信本工具书的实用性将给头颈部肿瘤放疗工作者带来极大的帮助。

我要感谢放射诊断科的王申江和叶昕裴技术员，他们在为肿瘤患者进行功能影像扫描的过程中付出了很多业余的时间和精力。

我要感谢我们的医院、医院领导和同仁长期以来对放疗科工作的支持，成就了放疗科近年来在放射治疗技术和治疗手段上的飞速发展。

我要感谢我们的患者，他们来自全国各地，他们以托付生命的勇气成就了我们医生的成长和经验的积累。正是因为患者的信任，促成了我们完成本工具书编写的决心。

我要感谢陆嘉德教授，他对头颈部肿瘤放射治疗的发展充满了探索精神，他以他的睿智和经验对本工具书的编写提出了很多建设性的意见和建议。

我要感谢读者，同行的支持和厚爱是我们努力学习的动力。但愿同行多提宝贵意见和建议，让我们不断改进和进步，共同为放疗事业的发展尽一点微薄之力。

王胜资

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放疗科，

主任医师、教授、医学博士

目录

序言 / 徐国镇	I
引言 / 王胜资, 陆嘉德, [美]南希·李	III
致谢 / 王胜资	V
第一部分 危及器官的解剖及功能特点	1
第一章 视觉器官和视路的解剖及生理功能特点	2
第二章 听觉通路的解剖及生理功能特点	5
第三章 唾液腺的解剖及生理功能特点	8
第四章 咽缩肌、颈段食管的解剖及生理功能特点	10
第五章 喉的解剖及生理功能特点	12
第六章 甲状腺的解剖及生理功能特点	15
第七章 臂丛神经的解剖及生理功能特点	18
第八章 颈部肌群的解剖及生理功能特点	20
第九章 后组颅神经的解剖及生理功能特点	22
第十章 颈部血管的解剖及生理功能特点	25
第十一章 颈部淋巴结分区	27
第十二章 颞下颌关节与下颌骨的解剖及生理功能特点	33
第十三章 脑干的解剖和生理功能特点	35
第十四章 垂体的解剖和生理功能特点	37
第十五章 海马的解剖和生理功能特点	39
第十六章 颈段脊髓的解剖和生理功能特点	41

第二部分 放射治疗中危及器官剂量限制的临床研究进展	45
第十七章 视觉系统剂量限制的临床研究进展	46
第十八章 听觉系统剂量限制的临床研究进展	49
第十九章 唾液腺剂量限制的临床研究进展	52
第二十章 咽缩肌剂量限制的临床研究进展	55
第二十一章 喉部剂量限制的临床研究进展	58
第二十二章 甲状腺剂量限制的临床研究进展	61
第二十三章 臂丛神经剂量限制的临床研究进展	64
第二十四章 颈部肌群剂量限制的临床研究进展	67
第二十五章 后组颅神经放射损伤防护的临床研究进展	69
第二十六章 颈部血管剂量限制的临床研究进展	72
第二十七章 下颌骨和颞颌关节剂量限制的临床研究进展	76
第二十八章 脑干剂量限制的临床研究进展	80
第二十九章 垂体剂量限制的临床研究进展	83
第三十章 海马剂量限制的临床研究进展	86
第三十一章 颈段脊髓剂量限制的临床研究进展	89
第三十二章 神经纤维束追踪系统在头颈部肿瘤放疗计划制定中作用的研究 进展	92
第三十三章 头颈部放疗计划制定中特殊感受器官功能保护计划设计的研究 进展	95
第三部分 危及器官的勾画图谱	99
第三十四章 视路系统的勾画	100
第三十五章 听觉器官的勾画	105
第三十六章 唾液腺、咬颌功能相关肌肉的勾画	110

第三十七章	咽缩肌的勾画	115
第三十八章	臂丛神经的勾画	120
第三十九章	喉和甲状腺的勾画	124
第四十章	颈淋巴结分区的勾画	127
第四十一章	颈部肌群的勾画	132
第四十二章	咽鼓管开放肌肉的勾画	135
第四十三章	后组颅神经的勾画	138
第四十四章	脑干、脊髓的勾画	144
第四十五章	海马的勾画	148

第一部分

危及器官的解剖及功能特点

第一章 视觉器官和视路的解剖及生理功能特点

视觉器官由眼球、视路和眼附属器组成。视路指视觉信息从视网膜感受器开始到大脑枕叶视中枢的传导通路。眼附属器是分布在眼球周围协助眼球完成各项生理功能并对眼球起保护作用的附属结构(图1)。

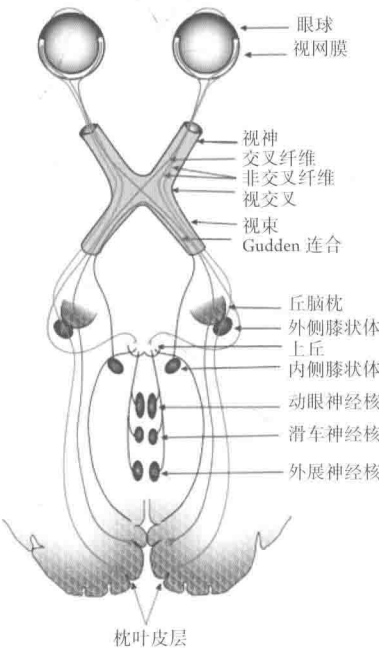


图1 视觉通路 (基于格雷氏大体解剖学相关插图绘制, 依据“公有领域”法则使用)

眼球的各种结构构成眼的屈光系统。眼球由眼球壁和内容物构成,其后部借视神经与间脑相连。眼球壁分为外膜、中膜、内膜3层,外膜前1/6透明并略向前隆凸,又称为角膜,其功能相当于照相机的镜头,具有重要的屈光能力。该组织透明且无血管,表面由一层泪膜覆盖,对眼球起保护作用,同时具有折光及湿润眼球的作用,是光线进入眼内首先通过的结构。外膜后5/6白色坚韧,不透明,称为巩膜。角膜与巩膜的移行区称为角膜缘,是前房角及房水引流系统的所在部位,周边角膜与虹膜根部的连接处称为前房角,是房水排出眼球的主要通道,故角膜与巩膜、角膜与虹膜的连接处是正常眼压维持的重要功能区域。中膜又称葡萄膜,含有丰富的血管和色素细胞,由前向后分为虹膜、睫状体和脉络膜3部分,有营养眼内组织的作用,并形成暗的环境,有利于视网膜对光色的感应。内膜又称视网膜,为眼球壁的最内层,相当于照相机的“底片”。自后向前可分为视网膜视部、视网膜睫状体部和视网膜虹膜部。视部紧贴于脉络膜内面,有感光作用,视网膜睫状体部和虹膜部无感光作用,成为视网膜盲部。视网膜后部有一圆形隆起,称视神经盘,是视觉纤维汇集穿出眼球的部位,是视神经的起始部,该处无感光细胞,称为生理性盲点。在视神经盘颞侧约3.5 mm处稍下方有一黄色区域,称黄斑,其中央有凹陷,称中央凹,是视觉最敏锐的区域。视网膜视部除了中央凹和视神经盘外,其他部位主要由四层细胞组成,自外向内依次为:色素上皮层、视细胞层、双极细胞层和节细胞层。色素上皮层与脉络膜紧密相连,由色素上皮细胞组成,它们具有支持和营养光感受器细胞、遮光、散热以及再生和修复等作用。视细胞层紧贴色素上皮层,是感受光刺激的神经细胞,其又分为视杆细胞和视锥细胞,两者共同负责代谢及将光能转换为神经电能。双极细胞接收光感受器的信号输入,在整合后传递至无长突细胞和神经节细胞。节细胞接收双极细胞的传入信息,其轴突形成视神经^[1]。

眼球内容物包括房水、晶状体和玻璃体3种透明物质,光线进入眼内通过它们到达视网膜,它们与角膜一并称为屈光介质。房水为眼内透明液体,充满前房与后房,处于动态循环中。晶状体形如双凸透镜,营养全靠房水供应,通过睫状肌的收缩或松弛改变屈光度,其调节能力随着年龄的增长而逐渐降低。玻璃体是一种透明的凝胶体,占眼球内容积的4/5,除具有屈光作用外,对眼内组织起到稳定作用,对外形成充填作用。

视路通路由四级神经元及颅内的视觉纤维组成。第一级神经元为视网膜视锥、视感细胞;第二级神经元是视网膜内的双极细胞;第三级神经元为视网膜内的节细胞;第四级神经元为外侧膝状体。视网膜神经节细胞发出的纤维组成视神经,经视神经孔入颅。入颅后的双侧视神经在蝶鞍的正上方(12%),或居于蝶鞍的后部及鞍背(79%),或位于鞍背后方(4%)形成视交叉并向后延为视束。视网膜上的神经细胞在受到光刺激后,产生神经冲动,通过逐级神经元及

神经纤维系统传至大脑枕叶的视觉中枢。视神经纤维没有Schwann cell神经膜,因此不同于一般的周围神经,属于中枢神经系统的神经束,再生困难^[2]。

眼附属器包括眼睑、结膜、泪器、眼球外肌以及眼框。眼睑主要保护眼球不受伤害并协助瞳孔调节进入眼内的光线。结膜按其部位分为睑结膜、球结膜和穹窿结膜。泪器由泪腺和泪道组成,泪道包括泪点、泪小管、泪囊和鼻泪管组成,泪腺分泌的泪液除了湿润眼球表面,防止角膜干燥外,还有清洁和杀菌作用。眼外肌包括6条运动眼球的肌和1条上睑提肌,其中有提上睑的上睑提肌和运动眼球的4条直肌、2条斜肌,用以调节眼球各方向的运动。总之,眼附属器是眼的辅助装置,对眼球有支持、保护和运动的功能。

参考文献

- [1] 孙兴怀.眼科学.7版.人民卫生出版社,2012.
- [2] 楚德昌,张海.人体解剖生理学.1版.化学工业出版社,2009.

(燕丽,王胜资)