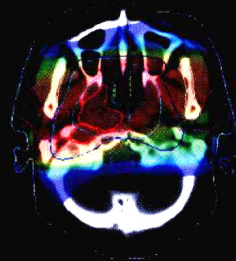


*Three-Dimensional
Conformal and
Intensity Modulated
Radiation Therapy
Basic and Clinical*



**三维适形与调强放射治疗的
基础与临床**

李 玉 梁 军/主编



北京科学技术出版社

三维适形与调强放射治疗 的基础与临床

◎ 主 编 李 玉 梁 军

 北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

三维适形与调强放射治疗的基础与临床/李玉, 梁军
主编. —北京: 北京科学技术出版社, 2010. 8
ISBN 978 - 7 - 5304 - 4529 - 7

I. 三… II. ①李…②梁… III. 肿瘤 - 放射治疗学
IV. R730. 55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 240530 号

三维适形与调强放射治疗的基础与临床

主 编: 李 玉 梁 军
策 划: 冯 梅
责任编辑: 杨 帆
责任校对: 黄立辉
责任印制: 杨 亮
封面设计: 耕者设计工作室
出 版 人: 张敬德
出版发行: 北京科学技术出版社
社 址: 北京西直门南大街 16 号
邮政编码: 100035
电话传真: 0086 - 10 - 66161951 (总编室)
0086 - 10 - 66113227 (发行部) 0086 - 10 - 66161952 (发行部传真)
电子信箱: bjkbpress@163.com
网 址: www. bkjpress. com
经 销: 新华书店
印 刷: 三河国新印装有限公司
开 本: 889mm × 1194mm 1/16
字 数: 550 千
印 张: 19. 25
插 页: 12
版 次: 2010 年 8 月第 1 版
印 次: 2010 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 5304 - 4529 - 7/R · 1245

定 价: 80. 00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

编者名单

主 编 李 玉 梁 军
副主编 石 梅 聂 青 周桂霞
吴 荣 康静波 冯 梅

编辑委员会成员名单 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

柴广金 第四军医大学西京医院放射治疗科
董 丹 沈阳市肿瘤医院放射治疗科
冯济龙 沈阳市肿瘤医院放射治疗科
冯 梅 北京富地古医药研究所
韩悦容 沈阳军区总医院放射治疗科
蒋富强 海军总医院放射治疗科
康静波 海军总医院放射治疗科
李 玉 沈阳军区总医院放射治疗科
李 悦 中国医科大学研究生
梁 军 第四军医大学唐都医院放射治疗科
聂 青 海军总医院放射治疗科
石 梅 第四军医大学西京医院放射治疗科
宋丽艳 沈阳军区总医院放射治疗科
王庆然 北京富地古医药研究所
王 柱 大连医科大学第二附属医院放射治疗科
吴 荣 中国医科大学盛京医院放射治疗科
吴 哲 沈阳军区总医院放射治疗科
辛世杰 中国医科大学第一附属医院血管外科
张海波 沈阳军区总医院放射治疗科
张素静 大连医科大学第二附属医院放射治疗科
周桂霞 解放军总医院放射治疗科
邹丽娟 大连医科大学第二附属医院放射治疗科
朱 军 上海瑞金医院神经外科

编辑部成员

武忠宝 张素文

前言

在过去的 20 年间,肿瘤的放射治疗基于计算机科学、影像学、放射物理学和生物学等学科的发展,已从二维平面时代进入到三维的“精确定位、精确计划、精确治疗”时代。对于从事肿瘤放射治疗专业的医生来说,二维放射治疗可以逆转肿瘤的致命性结局,但在治疗中会带来较严重的放射损伤却是不争的事实。三维适形和调强放射治疗能最大限度地将射线的高剂量部分聚焦到肿瘤,明显提高对肿瘤的控制能力,同时尽可能地保护肿瘤周围的正常器官,显著降低放射治疗严重并发症的发生率。随着放射治疗新设备、新技术的发展以及新的放射增敏药物和降低放射损伤药物的不断问世,肿瘤放射治疗学必然将迈入一个新的时代。

本书在第一章和第六章分别系统地总结了淋巴系统解剖引流和淋巴结的 CT、MRI、PET 成像;第二章至第五章对调强放射治疗的物理、生物学基础、治疗计划质量保证及肿瘤控制等进行详细描述。基于上述的基础,我们强调:一是在靶区及正常组织勾画时理解解剖和淋巴引流,二是理解调强放疗的物理和生物学基础。我们相信这本书对肿瘤外科和肿瘤内科研究人员能有所帮助,并希望有助于肿瘤放射人员学习和提高调强放疗实用性的临床技能。

编写本书,旨在促进三维适形和调强放射治疗的发展和规范应用,为此,我们在编写中广泛收集了近年来国内外的相关资料,同时由多所国内大型医院专家参加编写,使本书涵盖内容更加全面、详实。由于编写时间仓促,以及我们的经验和知识有限,难免有所疏漏和错误,请同道们指正。

本书在编撰过程中,得到北京富地古医药研究所所长冯梅研究员的大力指导和技术支持,特致以谢意。

沈阳军区总医院放疗科

李 玉

2010 年 7 月 1 日于沈阳

目次

第一章 淋巴系统	1
一、概述	1
二、主要淋巴集合管	1
三、头颈部的淋巴循环系统	2
四、上肢的淋巴循环	5
五、胸部的淋巴循环	7
六、腹部的淋巴循环	9
七、盆部的淋巴循环	12
八、下肢的淋巴循环	16
九、结论	17
第二章 调强放射治疗的放射生物学基础	19
一、临床放射生物学的基本原理	19
二、调强放射治疗和三维适形放射治疗在放射生物学方面的主要区别	23
三、肿瘤剂量体积效应	25
四、正常组织并发症概率模型	26
五、IMRT 计划相关的剂量体积数据	28
六、治疗计划的放射生物学优化	30
七、两个未解决的问题	33
第三章 调强放射治疗的物理学	37
一、概述	37
二、从三维适形放射治疗到调强放射治疗的发展	37
三、治疗计划	40
四、剂量优化算法	43
五、IMRT 治疗计划进一步探讨	45
六、质量保证	47
七、IMRT 的特殊技术和机器限制	49
第四章 调强适形放射治疗计划	53
一、简介	53
二、CT 图像数据的使用	53
三、详细的患者靶区和正常组织的几何模型	53

四、数字重建图 (DRR) 基础	54
五、MRI 数据的使用	54
六、通量验证	55
七、剂量分布的验证	56
八、患者摆位的验证	57
九、结论	59
十、调强适形放射治疗计划和治疗过程简介	59
十一、三维适形放射治疗、调强放射治疗和其他技术	59
十二、调强放射治疗计划	60
十三、调强放射治疗计划实施系统	62
第五章 肿瘤控制概率和正常组织并发症概率计算的现状	66
一、肿瘤控制概率/正常组织并发症概率的概念	66
二、肿瘤控制概率/正常组织并发症概率的评估	66
三、肿瘤控制概率/正常组织并发症概率模型的建立	67
四、用数据集表示肿瘤控制概率/正常组织并发症概率模型	70
五、肿瘤控制概率/正常组织并发症概率模型验证	71
六、总结	75
第六章 淋巴结成像:CT,MRI 和 PET	77
一、概述	77
二、CT 成像	77
三、磁共振成像 (MRI)	81
四、正电子发射断层摄影 (PET)	87
第七章 立体定向放射	91
一、立体定向放射历史和原理的概述	91
二、外照射立体定向放射的物理、正常组织耐受、物理学和生物学	92
三、立体定向放射治疗的靶区、治疗计划和固定技术	94
四、立体定向照射治疗的疾病种类	96
五、结论	99
第八章 颅底和后颅凹肿瘤	101
一、概述	101
二、解剖	102
三、诊断	103
四、综合治疗	106
五、颅底和后颅窝肿瘤的调强放射治疗	107
第九章 头颈部原发肿瘤和淋巴结的靶体积	115
一、概述	115
二、颈淋巴结解剖学特点及命名法	115
三、临床靶体积的确定	118

四、原发肿瘤 CTV 的勾画	120
五、淋巴结 CTV 的选择和勾画	122
六、头颈部 IMRT 的处方剂量	126
第十章 鼻咽癌	129
一、解剖	129
二、诊断及分期	130
三、治疗原则	132
四、鼻咽癌的调强放射治疗	132
第十一章 鼻腔及鼻窦肿瘤	137
一、解剖	137
二、诊断及分期	137
三、综合治疗	138
四、鼻腔及鼻窦癌的适形调强放射治疗	140
五、上颌窦癌和筛窦癌的调强放射治疗	144
六、IMRT 结果	146
第十二章 口咽肿瘤	148
一、解剖	148
二、分期和转移	148
三、诊断	149
四、一般治疗	150
五、口咽部癌的调强放射治疗	152
第十三章 喉咽和喉肿瘤	160
一、解剖	160
二、诊断及分期	161
三、治疗	163
四、调强放射治疗在咽下部和喉癌中的作用	165
第十四章 口腔癌	168
一、解剖	168
二、诊断及分期	169
三、淋巴结转移的危险因素	170
四、综合治疗	171
五、口腔肿瘤的适形调强放射治疗(IMRT)	173
第十五章 乳腺癌	177
一、简介	177
二、解剖	177
三、乳腺淋巴系统	178
四、诊断及分期	180

五、乳腺癌扩散的理论	181
六、乳腺癌的外科治疗	181
七、保乳的调强放射治疗	183
八、靶区与正常组织勾画的挑战和发展方向	186
第十六章 肺癌	189
一、概述	189
二、肺的淋巴引流 - 解剖和分类	189
三、外科病例中放射治疗的思考	192
四、非小细胞肺癌靶体积	193
五、小细胞肺癌靶体积	194
六、肿瘤的动度	195
七、结论	196
第十七章 食管癌	199
一、解剖	199
二、组织病理学特点和淋巴结转移的形式	203
三、诊断及分期	203
四、综合治疗	205
五、食管癌的调强放射治疗	206
第十八章 胰腺癌	210
一、概述	210
二、胰腺的解剖	210
三、诊断及分期	213
四、综合治疗	215
五、调强放射治疗	216
六、存在的问题和挑战	218
七、未来研究方向	219
第十九章 盆腔妇科肿瘤和盆腔与主动脉旁淋巴结靶区的勾画	221
一、概述	221
二、解剖	221
三、诊断及分期	223
四、影响预后的因素	225
五、一般的治疗	226
六、妇科肿瘤和盆腔与主动脉旁淋巴结的调强放射治疗	229
七、结论	237
第二十章 前列腺癌	241
一、解剖	241
二、诊断及分期	241
三、前列腺癌的调强放射治疗	242

第二十一章 肿瘤的转移和复发	250
一、概述	250
二、骨转移	250
三、转移性脑肿瘤	252
四、脏器转移	253
五、局部晚期和复发肿瘤	255
六、将来发展方向	257
第二十二章 原发性肝癌	260
一、概述	260
二、诊断及分期	260
三、肝脏的放射生物学和放射物理学	262
四、三维适形调强放射治疗	264
五、三维适形调强放射治疗后影像学、AFP 及肝功能变化	266
六、影响三维适形调强放射治疗的预后因素	266
第二十三章 放射治疗技术的进展	268
一、放射治疗发展概述	268
二、适形放射治疗	269
三、调强放射治疗	270
四、影像引导放射治疗	272
五、自适应放射治疗	274
第二十四章 射波刀	280
一、放射外科的起源和发展	280
二、射波刀概述	282
三、射波刀的基本构造	282
四、射波刀的工作原理	283
五、射波刀结构与功能的特性	284
六、射波刀临床应用的特点	285
七、射波刀临床应用的适应证	286
八、射波刀临床应用的疗效	286
九、射波刀治疗的实施	287
十、射波刀 MultiPlan 治疗计划	290
十一、射波刀治疗的定位系统	291
十二、射波刀的治疗方式	292
十三、射波刀的临床治疗实例	292

第一章

淋巴系统

一、概述

淋巴系统由各级淋巴管道组成,经过诸多淋巴结的滤过后,淋巴液最后汇入静脉。起始端毛细淋巴管位于肢体末端组织间隙内(只存在于人体无血管的组织内,如表皮、角膜和软骨,而在脑、脊髓和骨髓中不存在),彼此吻合成网,形成初级淋巴网,将淋巴引流入初级集合管。这些淋巴管通过各级淋巴结后,再次分成毛细淋巴管,最后形成较大的淋巴管:胸导管和右淋巴导管,分别注入左右静脉角。

根据淋巴管的分布位置,可分为浅淋巴管和深淋巴管两种,分别位于深筋膜以上和以下。浅淋巴管收纳皮肤、皮下组织和沿浅静脉走行的淋巴管。深筋膜下淋巴管与深部动脉和静脉相伴行。淋巴与淋巴结相连,汇合形成淋巴管,一般位于较大静脉的外层。然而,某些淋巴管在极少情况下可能于静脉后方通过。

尽管浅淋巴管与筋膜下淋巴丛相对分开,但是浅、深淋巴管之间存在广泛的交通吻合支,将浅淋巴循环引流入深淋巴循环。另一方面,大量的吻合支汇合成淋巴导管,从而身体大部分的淋巴区域可以与邻近区域自由沟通。主要淋巴循环通路由起始于外周器官的近端毛细淋巴网组成,经淋巴结滤过,通过淋巴管最后汇合入主要淋巴导管。某些淋巴循环通路穿过正中线,而其他淋巴管直接到达胸导管而没有经过任何淋巴结。从身体某区发出不同的淋巴管,可经过不同的淋巴结,通过不同的循环通路到达相同的目的地。当考虑到这些解剖学问题,对于某个器官或身体某个部位可能存在的淋巴循环通路做出限定是可能的,这也是病理条件下浆细胞和炎性细胞扩散的主要方式。受累的淋巴结被称为哨兵淋巴结。而当某种原因导致淋巴通路中断或受阻时,存在着大量具有较大再生能力的淋巴侧支循环,可提供淋巴系统的动态功能。以下所描述的淋巴区域具有较为固定的解剖位置,但也具有不同的淋巴循环,并与周围区域相对独立。

二、主要淋巴集合管

1. 胸导管 胸导管收纳膈下、左胸、左上肢、左侧头颈部的淋巴,由此进入血液循环。胸导管起始于腰₁、腰₂上方的乳糜池,通过膈主动脉裂孔进入胸腔,而后沿腰椎前缘到达纵隔后方。在CT或MRI成像中一般肉眼不可见,位于右侧奇静脉、左侧半奇静脉、后方胸椎、前方主动脉和食管所形成的狭窄间隙内。在第4胸椎水平处,胸导管转向左,沿主动脉弓后方走行,然后于锁骨下静脉起始处后方沿食管左侧走行。通过胸腔入口左侧到达颈下部后,最终于第7颈椎水平处形成弓形,穿过锁骨下动脉,末端开口于左颈内静脉和锁骨下静脉间的区域内。

在此走行过程中,肋间淋巴及纵隔后淋巴结注入胸导管。在起始端乳糜池处,收纳腰干和肠干的淋巴,腰干收纳下肢、盆腔和后腹壁的淋巴,而肠干起始于腹壁内消化系统的各个部分。在颈部,头颈部左侧的左颈干、左上肢的左锁骨下干以及收纳左胸脏器以及胸骨旁淋巴结的壁层淋巴管的左支气管纵隔干注入胸导管。

2. 右淋巴导管 右淋巴管由分别收纳右侧头颈部、右上肢、右胸和右肺,以及肝凸面的右颈干、右

锁骨下干和右支气管纵隔干汇合形成。右淋巴管长约1cm,沿斜角肌前缘中线处走行,其侧支循环存在较大的变异,最终于Pirogoff角注入静脉系统,此角位于右锁骨下静脉和右颈内静脉汇合处。

三、头颈部的淋巴循环系统

头颈部的淋巴结由浅淋巴结和深淋巴结组成,沿头颈连接处形成横向的淋巴链,而后于胸锁乳突肌下方形成垂直淋巴链,沿颈部血管走行,由颅底向下至锁骨上区。所有淋巴结均与位于颈筋膜上、气管前和椎体前间隙区域的疏松结缔组织内的大量淋巴管相通。这些淋巴管组成复杂的皮下和筋膜下淋巴网,形成收纳面部和颈部所有脏器和皮下部分淋巴的主要循环通路和侧支循环通路。在每个部位,均存在同侧的淋巴循环通路注入主要淋巴干和侧支循环链。然而,位于面部后方的皮肤或器官存在双侧的淋巴循环通路,这在头颈部肿瘤的治疗中具有重要的临床意义。

1. 颈周循环的淋巴结群 颈周淋巴循环根据其特定的位置可分为5组淋巴结群并与其他孤立的淋巴结组成面部和咽后淋巴结群。

(1)枕淋巴结为1~3个。位于斜方肌外侧缘附近、筋膜下表面,收纳枕部的淋巴管。其输出管于颈后三角内向下走行,注入颈后侧支循环的升支。

(2)乳突淋巴结位于耳后,胸锁乳突肌上端表面,被耳后筋膜所覆盖。收纳颞区、耳后及外耳道后壁的淋巴管,其输出管横断胸锁乳突肌上部,注入上端颈外侧深淋巴结。

(3)腮腺淋巴结根据其于腮腺及筋膜的特定关系可分为4个亚群。最浅表的淋巴结位于耳郭前方。一般被称作耳前皮下淋巴结,收纳前额、眼睑和结膜的淋巴管,注入位于腮腺内的淋巴结。腮腺内浅淋巴结为2~3个,位于腮腺筋膜下方。相反,腮腺内深淋巴结分布于腮腺组织内,沿颈外动脉和颈内静脉腮腺内部分进行分组。其一位于下颌三角附近腮腺下缘。所有腮腺内淋巴结均收纳耳前、外耳道前壁、鼓膜、额颞区及鼻根处的淋巴管。而某些腮腺内深淋巴结与腮腺下淋巴结相连,腮腺下淋巴结位于腮腺和咽之间。这些淋巴结与颈内动脉和颈内静脉联系密切,收纳鼻腔、鼻咽和咽鼓管的淋巴管。也与咽后淋巴结相通,共同将腮腺内淋巴结尾端的淋巴注入上端颈外侧深淋巴结。

(4)下颌下淋巴结位于下颌下三角区内颈筋膜下方,其中线为二腹肌前腹,颅侧为下颌舌骨肌,侧缘为下颌骨内侧面,从下颌舌骨线向下至颅骨基底部。下颌下淋巴结通常为3~10个,位于下颌骨和下颌下腺的皮下组织层,但有时也可在口底深肌层。其中一个淋巴结总是位于下颌下腺的前端,而其他淋巴结位于下颌下腺和下颌骨之间,面动脉之前或之后。本组额外的淋巴结也于腺体的皮下组织层围绕面动脉走行,或埋于腺体组织内。在以下位置出现输入淋巴管:鼻翼、鼻背、鼻尖、面颊、腭、上下颌骨牙槽、上唇、下唇侧面、舌前1/3。传出淋巴管穿过舌骨,终止于颈外侧深淋巴结上部。

(5)颌下淋巴结位于上舌骨三角中央,其后与舌骨体相连,侧面与二腹肌前腹相连。颌下淋巴结在筋膜下的下颌舌骨肌外层,在下颌骨前联合与舌骨背侧间呈不同排列形态。其输入淋巴管引流下颌、下唇中央、口底及舌尖部的淋巴。输出淋巴管常于中线处交叉,注入下颌下淋巴结或直接注入颈中部深淋巴结。

(6)咽后淋巴结位于咽部后方,被认为是颈周淋巴环的最深部分。这些淋巴结覆盖于第1颈椎外侧面,常为2个,在椎前和咽周呈一窄隙。中央高度变化,前方与咽缩肌紧密相连,侧面与颈内动脉相连。其输入淋巴管来自鼻咽部、咽鼓管和软腭,输出淋巴管穿过颈内动脉后面,最终到达颈深淋巴结上部。

2. 颈淋巴环降支 颈部淋巴结主要沿颈静脉走行,分布于颈前和颈外侧。大部分颈部淋巴结形成颈侧深淋巴,沿位于胸锁乳突肌深层的颈内静脉,直接注入颈干。而其他淋巴结汇合形成侧支,如颈后侧支、颈外浅支及两条颈前支,分别为颈静脉前支和咽-气管深支。在颈下部还存在气管旁淋巴循环。

(1)颈外侧深淋巴循环。颈外侧深淋巴循环也称为颈动脉、颈内静脉或胸锁乳突肌下淋巴循环。由乳突尖发出向下至锁骨,与颈内静脉前外侧缘平行排列,位于胸锁乳突肌外侧缘下方。根据其各自

的位置,可分为上段、中段和下段颈外侧深淋巴结。

上段颈外侧深淋巴结位于一个三角形区域内,头侧为二腹肌后腹,背侧为颈内静脉上1/3,尾侧为甲状舌骨静脉干。被称为 Kütner 颈内静脉二腹肌淋巴结收纳腮腺、下颌下腺和颌下腺的淋巴管,同时也收纳舌和口咽的淋巴管。其输出管延伸至中段和下段颈外侧深淋巴结,或直接注入颈干。

中段颈外侧深淋巴结与颈内静脉中段1/3有关。与上段颈外侧深淋巴结相比,数量少,体积小,位于舌骨和环状软骨之间,肩胛舌骨肌中间腱穿过颈内静脉的位置上方。由于位于肩胛舌骨肌中间腱上方,故称为 Poirier 颈内静脉肩胛舌骨肌淋巴结。大部分输入淋巴管由上段颈外侧深淋巴结发出。然而,此淋巴结与下颌下淋巴结和颌下淋巴结相通,而且,收纳舌和口底的淋巴。

下段颈外侧深淋巴结位于胸锁乳突肌远端与颈内静脉下1/3之间。此区颅侧为肩胛舌骨肌,尾端为锁骨胸骨端。收纳上段和中段颈外侧深淋巴结的淋巴,也收纳锁骨上淋巴结的淋巴。其输出管注入颈干或直接注入胸导管或右淋巴导管。

(2) 颈后深淋巴结。颈后深淋巴结分布于颈后三角区内,前缘为胸锁乳突肌后缘,后缘为斜方肌前缘,下缘为锁骨。淋巴结呈圆形,体积小,位于肩胛提肌和斜角肌肌腹之上。根据位于颈后三角区的上、中、下的位置,可分为三组:上段颈后淋巴结位于颈后三角区的顶端,副神经在胸锁乳突肌深层后缘的上方,与枕淋巴结相通,收纳枕部的淋巴。中段颈后淋巴结围绕副神经的皮下走行路线。位于颈后三角区的中部,近端与下颌下淋巴结和咽后淋巴结相通,因此除收纳颈背侧的淋巴外,还收纳鼻咽和口咽的淋巴。远端,输出管终止于锁骨上淋巴结。下段颈后淋巴结起于锁骨上或锁骨下区域,远端位于肩胛舌骨肌后腹处。淋巴结首尾相连,形成斜向前方的淋巴链,位于相伴行的颈部横向动脉周围。其输入淋巴管由上段和中段颈后淋巴结发出。然而,锁骨上淋巴结也收纳上肢和胸部的淋巴,有时输出管注入腋淋巴结。

(3) 颈外侧浅淋巴结。颈外侧浅淋巴链沿颈外静脉走行,包括3~5个浅淋巴结,位于胸锁乳突肌表层,收纳耳郭、外耳道底和下颌角处皮肤的淋巴。其中位置最高的淋巴结位于颈外静脉脱离腮腺下缘处附近。远端输出管转绕胸锁乳突肌走行,注入中段和下段颈外侧深淋巴结。

(4) 颈前淋巴循环。颈前浅淋巴循环与颈前静脉平行走行,包括2~3个较小的淋巴结,通常位于舌骨下肌表面颈筋膜浅层和气管前层间,收纳颈前皮肤的淋巴,近端与颌下淋巴结相通,输出管注入颈外侧深淋巴结。下段淋巴结位于胸骨上区,有时气管支气管纵隔支为其循环通路。

颈前深淋巴循环包括几个小淋巴结,位于颈筋膜与气管前层下方,通常位于舌骨下肌下方,咽和气管前方。根据其特定位置,可分为舌骨下淋巴结、咽前淋巴结和气管前淋巴结,这些淋巴结一般均孤立存在。舌骨下淋巴结位于甲状舌骨膜前方。喉前淋巴结,也称为 delphian 淋巴结,位于环甲膜上两环甲肌所形成的V形区域内。

3. 功能性引流通路 头颈部的淋巴管由头部不同的浅层和脏器部分发出(图1-1),根据其起源可分为几条淋巴引流通路。考虑到不同位置恶性肿瘤的淋巴结转移,将淋巴引流通路划分如下。

主要淋巴循环通路起始于颌下淋巴结(Ia),经过下颌下淋巴结(Ib)和颈内静脉二腹肌淋巴结(IIa)。在到达颈内静脉链上段后,淋巴管沿颈外侧深淋巴结中段(III)和下段(IV)向下走行,最终到达颈干。此淋巴循环通路近端连腮腺淋巴结和颊淋巴结,其底部收纳面部浅表的淋巴管和口腔及鼻腔前部的淋巴。

后侧支淋巴循环起源于颈内静脉二腹肌淋巴结后部,穿过颈后深淋巴结中段和后段。随后沿副神经和颈部横断血管走行,此淋巴循环通路收纳包括鼻咽、口咽和舌根在内的面部器官的淋巴。

前侧支淋巴循环收纳下唇中部、口底前部和舌尖的淋巴。注入颌下淋巴结(Ia)和颈内静脉肩胛舌骨肌淋巴结(III)之间,偶尔到达颈内静脉淋巴结(IV)下段。就位于颈前三角的浅、深部肿瘤而言,此淋巴通路有可能在到达主要淋巴循环通路之前分别沿颈前淋巴链浅支深支走行。

最后,外侧浅淋巴循环通路与颈外静脉相关,与枕淋巴结和乳突淋巴结相通,终止于深部淋巴循环。从功能上讲,与枕部和耳后部位的淋巴引流相关。

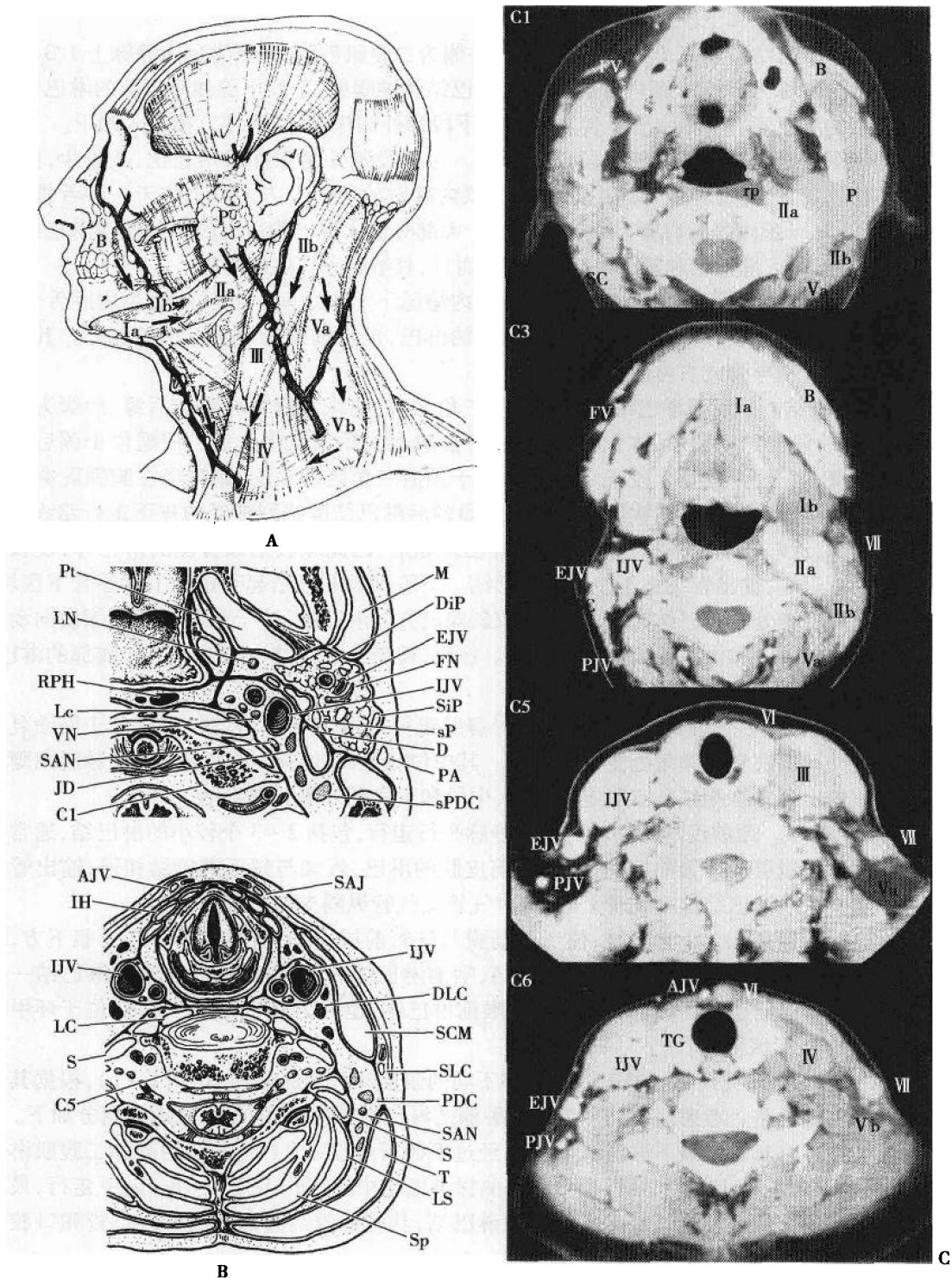


图 1-1 (见彩图 1) 头颈部淋巴结区域的外科学和放射线学勾画

淋巴结组(A)目前分类为6个区(I~VI),腮腺(P)、后咽(rp)和口腔区域需要增加在内。还应考虑另外的外周颈部淋巴结区(VII)。分别在头颈部区域的解剖学横断面和对应CT图像上勾画出相应的区域。不同靶区勾画的关键结构如下:胸锁乳突肌(SCM)、舌骨下肌(IH)、二腹肌(D)、翼状肌(Pt)、头长肌(Lc)、斜角肌(S)、夹板肌(Sp)、肩胛提肌(LS)和斜方肌(T)

在由大量淋巴管和淋巴结所组成的复杂的淋巴网里,每个肿瘤都各有其转移途径。根据原发肿瘤的位置,当转移至主要淋巴循环通路时,常侵袭一级淋巴结。然而,进一步的淋巴转移有可能沿不同的途径进行,如前侧支循环和后侧支循环。原发位置越靠前,通过前侧支转移的可能性就越大。相

反,肿瘤位置越深,通过后侧支循环和颈横向支循环转移的危险性就越高。如果考虑到三种可能的侧支循环,舌癌是一个最好的例子。

四、上肢的淋巴循环

上肢所有的淋巴管均直接注入或通过某些中介淋巴结而间接注入腋淋巴结。可分为两层:浅淋巴管伴浅静脉行于皮下组织中,深淋巴管于深筋膜下与主要的血管和神经相伴行。

1. 腋淋巴结 腋淋巴结不仅收纳整个上肢的淋巴,也收纳躯干上部和下方肌肉的淋巴。腋淋巴结体积较大,数目由 12~30 个不等,分布于腋窝内的脂肪细胞组织(图 1-2)。根据其输出管与腋窝内血管的关系,可将其分为五群,但是并不能明确地划分出来。

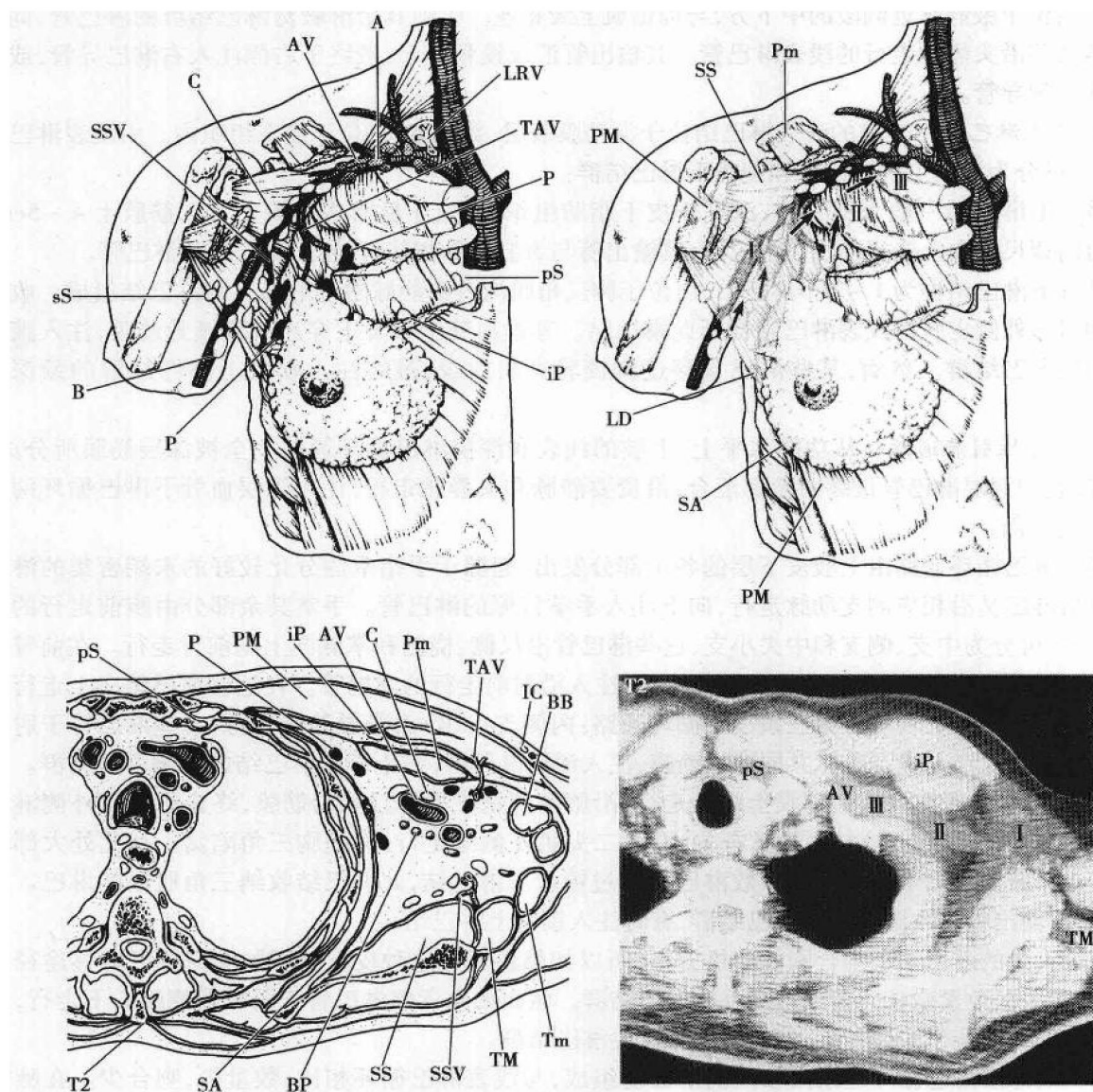


图 1-2(见彩图 2) 腋窝淋巴结区域解剖学、外科学和放射线学轮廓图

在解剖学和 CT 横断面上显示了对应 I~III 区进行的部分胸肌切除后的腋窝和胸部正向视图。淋巴结按照如下识别:臂(B)、胸部(P)、内胸(iP)、肩胛下(sS)、中部(C)、顶端(A)和胸骨旁(pS)组。关键的解剖学结构是:胸大肌(PM)、胸小肌(Pm)、前锯肌(SA)、背阔肌(LD)、大圆肌(TM)、肩胛下肌(SS)和肱二头肌(BB)。其他标志由腋窝脉管(AV)给出,并被臂丛(BP)、肩胛下(SSV)和胸肩峰(TAV)动静脉包围。I~III 区域分别由 PM 和 Pm 肌肉的连续边界分割,并与解剖学淋巴结组的边界不一致

外侧淋巴结群包括 4~6 个淋巴结,位于腋静脉的中下方。其输出管除收纳沿头静脉走行的上臂

浅表淋巴外,还收纳上肢浅表和深层的淋巴。输出管有三个终端:多数输出管注入中央淋巴结群和尖淋巴结群,其他输出管穿过肩胛下淋巴结群。

胸肌淋巴结群由4~5个淋巴结组成,位于胸大肌后方,沿胸小肌下缘走行。胸肌淋巴结于胸外侧动脉后方形成淋巴链,收纳脐上躯干前壁和侧壁皮肤和肌肉的淋巴。同时也收纳乳腺外侧的淋巴,其输出管注入腋淋巴结的中央淋巴结群和尖淋巴结群。

肩胛下淋巴结群包括6~7个淋巴结,在腋窝后壁大圆肌和肩胛下肌形成的凹陷内,沿肩胛下动脉排列呈链状。收纳背部和肩胛区至髂嵴的皮下和肌肉的淋巴管。其输出管注入中央淋巴结群和尖淋巴结群。

中央淋巴结群一般包括3~5个体积很大的淋巴结,其输出管注入尖淋巴结。

尖淋巴结群包括6~12个豆状淋巴结,位于腋窝尖部,胸小肌上缘后方,部分高于胸小肌。大部分淋巴结位于腋静脉近侧段的中下方,与前锯肌上缘相连。收纳其余腋窝淋巴结群的淋巴管,同时也收纳某些沿头静脉走行的浅表淋巴管。其输出管汇成锁骨下干,最终于右侧注入右淋巴导管,或于左侧注入胸导管。

2. 浅表淋巴结 上肢的浅表淋巴结位于深筋膜表层,数目较小,位于皮下组织内。由浅表淋巴通路发出,可分为滑车上淋巴结群和锁骨下淋巴结群:

滑车上淋巴结一般为孤立的,深埋于皮下脂肪组织内,位于肱骨内上髁上方深筋膜上4~5cm。收纳由前臂尺侧向上走行的浅表淋巴管,其输出管与贵要静脉相伴行,注入深筋膜下淋巴管。

锁骨下淋巴结群为1~2个淋巴结,由位于胸三角肌沟内头静脉附近的孤立的淋巴结组成。收纳上臂和肩部外侧皮肤的浅表淋巴管横断此淋巴结。其输出管于锁骨下穿过胸骨锁骨筋膜,注入腋淋巴结的尖淋巴结群。然而,某些淋巴管穿过胸锁乳突肌前缘,最终注入锁骨上淋巴结群的颈深淋巴结。

3. 功能性引流通路 从功能水平上,上肢的浅表和深层淋巴循环通路完全被深层筋膜所分离。然而,浅表和深层淋巴管最终向腋窝汇合,沿贵要静脉和头静脉走行,注入深层血管下淋巴循环两个位置形成吻合。

浅表淋巴循环通路由上肢皮下层的各个部分发出,起源于手指掌侧分化较好的末端密集的淋巴丛。手指淋巴丛沿相应侧支动脉走行,向下注入手掌背侧的淋巴管。手掌其余部分由腕前走行的淋巴管收纳,可分为中支、侧支和中央小支,这些淋巴管沿尺侧、桡侧和掌侧向上朝前臂走行。在前臂后侧,前臂背侧淋巴循环沿上肢中线和侧缘走行,注入沿肘前走行的淋巴管。在这些淋巴管向上走行的过程中,数量逐渐减少,可分为三条浅表循环通路:内侧支(MB)沿贵要静脉走行,一些淋巴管于肘上穿过滑车上淋巴结与贵要静脉共同穿过筋膜,注入深层淋巴管,终止于腋淋巴结的外侧淋巴结群。中央支淋巴管(CB)于肱二头肌筋膜上纵向走行,沿腋窝前壁皱褶穿过腋窝筋膜,终止于腋窝外侧淋巴结群。外侧支淋巴管(LB)与头静脉有关,沿肱二头肌外侧缘走行,直到胸三角陷窝。在此处大部分淋巴管注入腋窝外侧淋巴结群。少数淋巴管穿过锁骨下淋巴结,此淋巴结收纳三角肌区的淋巴。如前所述,其输出管注入腋窝的尖淋巴结群,有时注入锁骨上淋巴结。

由于大量的淋巴结于吻合网处随机分布,所以如黑色素瘤这种皮下组织肿瘤的淋巴转移途径很难预测:如手黑色素瘤首先侵袭腋窝外侧淋巴结群。然而如果背侧淋巴管于前臂背侧缘向下走行,原发淋巴结则有可能位于锁骨下,而转移至腋窝尖淋巴结群。

上支的深层淋巴循环通路由较大的淋巴管组成,与浅表淋巴循环相比,数量少,吻合少。在腋窝内,由外侧、前壁和后壁发出的主要淋巴管依次通过腋窝的中央和尖淋巴结群。在沿腋静脉走行的过程中,依次通过锁骨下三角区的三个区域,分别为胸大肌下部后方(I)、胸小肌后方(II)和胸小肌上缘上方(III)。

乳房的淋巴管与上肢淋巴循环相通,主要向腋窝引流。乳房淋巴管起于乳房小叶间结缔组织内的密集的淋巴丛,与皮下淋巴网上的淋巴管相通,尤其是乳头周围形成乳晕下环形淋巴丛。乳晕下静

脉丛包括2~3条淋巴管,沿胸大肌下缘环形成走行,并与胸外侧动脉相伴行。在胸大肌后方,乳房主要的淋巴管注入腋窝胸肌淋巴结群。然而,还存在三条侧支循环通路,这就解释了乳腺癌时淋巴结转移的途径:第一条侧支淋巴通路由乳房下部的淋巴管组成,从背侧走行,注入腋窝肩胛下淋巴结。第二条侧支淋巴通路由乳房上部发出,沿胸肩峰动脉皮下支走行。大部分淋巴管穿过胸大肌筋膜,注入腋窝尖淋巴结群。在胸大肌和胸小肌之间,一些淋巴管遇到位置不固定的胸肌淋巴结,这些淋巴结被称为 Rotter 淋巴结。其他淋巴管会遇到锁骨下和锁骨上淋巴结。第三条侧支淋巴通路指向乳房中央,由沿胸内侧动脉皮下支走行的几条淋巴管组成。这些淋巴管与胸内侧动脉相似,穿过胸大肌和肋间肌连接处,注入胸骨旁淋巴结。

五、胸部的淋巴循环

胸部淋巴系统可被清晰地分为两种具有不同功能的淋巴管和淋巴结。第一种为胸壁淋巴系统,引流膈肌和胸部肋间。第二种为胸腔脏器淋巴系统,与胸腔不同器官相关。

1. 胸壁淋巴管和淋巴结 与胸部前壁、侧壁和后壁相邻,胸壁浅淋巴管于皮下吻合成网,汇入肩胛下和腋窝胸肌淋巴结。这些淋巴管沿胸骨前缘走行,穿过其中线,汇入胸管旁淋巴结,正如前面所述为乳房中部的集合淋巴管。胸壁深部淋巴管引流胸壁肌肉的淋巴,根据其位置,汇入三组淋巴结,如胸骨旁淋巴结、肋间淋巴结和膈上淋巴结。每边有4~5个胸骨旁淋巴结或肋间淋巴结。这些淋巴结位于肋间隙前缘之后,与胸内血管相伴行,经胸横肌和胸内筋膜,与胸膜前缘相分离。由乳房发出淋巴也收纳胸前壁和腹部脐上的深部淋巴。经过隐藏于剑突后的一小群淋巴结,也收纳肝区膈上的淋巴。这些淋巴管通常与胸腔脏器的淋巴管相汇合而形成支气管纵隔干,终止于右侧或左侧集合管,但也有可能直接注入颈内静脉或锁骨下静脉。肋间淋巴结位于肋骨头、颈前部的胸后壁肋间隙背侧。肋间淋巴结收纳与肋间动脉相伴行的淋巴管,其输出管汇入右侧胸导管或左侧右淋巴管。

膈上淋巴结位于膈上,分为前、中、后三组。前组淋巴结与肝输出管相通,注入胸骨旁淋巴结。中组淋巴结围绕膈神经穿膈的位置排列,与心包膜相邻,右侧为下腔静脉的侧缘。膈上淋巴结收纳膈肋骨部分的淋巴,其输出管汇入头臂干或纵隔后淋巴结。后组淋巴结由膈后的几个淋巴结组成,与腹动脉淋巴结相关,同时与纵隔后淋巴结相关。

2. 胸腔脏器淋巴管和淋巴结 引流胸腔脏器淋巴管的淋巴结分布于纵隔的前、中、后(图1-3)。根据其位置,可分为头臂干、气管、支气管淋巴结和纵隔后淋巴结。

头臂干淋巴结围绕头臂静脉(I)位于纵隔前,动脉弓(V)和肺动脉干(VI)之上,或位于心脏大动脉之间。一般而言,于上腔静脉侧缘(Barthels' azygocaval 淋巴结)、主动脉侧支和降支之间(主动脉间腔静脉淋巴结)及主动脉弓和肺动脉干之间(Engels 主动脉肺动脉淋巴结,也称之为动脉导管淋巴结)可见较大的淋巴结,收纳胸腺、甲状腺、心包和膈外侧的淋巴管。这些纵隔前淋巴结发出输出管,与气管、支气管淋巴结发出的淋巴管相汇合而形成支气管纵隔干。

气管、支气管淋巴围绕气管分支分布,包括5组淋巴结群,常内含体内最大的淋巴结:位于气管侧缘的气管旁淋巴结(II、III);位于气管、左右支气管干所组成的三角形区域内的上组气管、支气管淋巴结(IV);位于左、右支气管之间隆突下的下组气管、支气管淋巴结(VII);位于肺门的支气管肺淋巴结(X);以及分布于支气管树各肺小叶间肺组织内的肺内淋巴结(XI~XV)。气管、支气管淋巴结收纳肺浅层和深层的淋巴管,同时也收纳气管和心脏胸部的淋巴管,与头臂干淋巴结群的淋巴管相汇合而形成右侧和左侧支气管纵隔干。

纵隔后淋巴结分布于纵隔后的脂肪组织内,于心包后沿肺韧带(IX)排列,位于食管和主动脉(VIII)周围。收纳心包部的淋巴管,虽然某些输出管可注入气管、支气管淋巴结,但大多数输出管终止于胸导管。