



第3版

高分辨率肺部CT

HIGH-RESOLUTION

CT

OF THE

LUNG

W. Richard Webb

著者 Nestor L. Müller

David P. Naidich

主译◎潘纪戌

 人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

高分辨率肺部 CT

HIGH-RESOLUTION CT OF THE LUNG

第 3 版

原 著 W. Richard Webb, M. D.
Nestor L. Müller, M. D., Ph. D.
David P. Naidich, M. D.

主 译 潘纪戌

主 审 张国桢

译 者 (按汉语拼音为序)

陈 涓 陈起航 姜 蕾 李 威
刘甫庚 潘纪戌 谭 晔 王 蕊
王 志 张 旻 张国桢 周意明



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

高分辨率肺部 CT/(美)韦布(Webb, W. R.)著;潘纪成译. — 3 版. — 北京:人民军医出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5091-1153-6

I. 高… II. ①韦…②潘… III. 肺疾病—计算机 X 线扫描体层摄影 IV. R816. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 118283 号

This is a translation of high-resolution CT of the lung, Published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins, USA.

《高分辨率肺部 CT》由美国 Lippincott Williams & Wilkins 公司授权人民军医出版社在中国境内出版本书中文简体版。

Accurate indications, adverse reactions, and dosage schedules for drugs are provided in this book, but it is possible that they may change. The reader is urged to review the package information data of the manufacturers of the medications mentioned. The authors, editors, publishers, or distributors are not responsible for errors or omissions or for any consequences from application of the information in this work, and make no warranty, expressed or implied, with respect to the contents of the publication. The authors, editors, publishers, and distributors do not assume any liability for any injury and/or damage to persons or property arising from this publication.

书中提及的药物的适应证、不良反应以及用药时间可能会因各种原因而有所变化,因此读者在用药之前需要重新查看生产厂家关于药品的相关信息。本书作者、编辑、出版商、发行商对书中出现的信息差错、遗漏、或临床应用所导致的结果不负任何责任。此外,本书作者、编辑、出版商、发行商对由该书所引起的人身伤害或财产损失不承担任何责任。

版权登记号:国字-军-2005-044 号

注:本书参考文献见附赠光盘

策划编辑:焦健姿 文字编辑:高磊 责任审读:黄栩兵
王锦梅

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927270;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8152

网址:www.pmp.com.cn

印刷:三河市春园印刷有限公司 装订:春园装订厂

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:31.5 字数:920 千字

版、印次:2007 年 8 月第 3 版第 1 次印刷

印数:0001~2000

定价:290.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

序 言

在过去 15 年中,高分辨 CT(HRCT)已经成为评价怀疑为弥漫性肺病的病例的一种不可缺少的工具。现在,它常被用于正确检出和反映肺部各种异常。本书第 2 版出版后的 5 年中,对弥漫性肺部疾病及其本质、病因和特征的认识已取得了长足进步。毫无疑问,HRCT 在其中起着重要作用。

在本版中,我们将编入包括间质性肺炎在内的肺部疾病在再分类和理解上的重大新进展,并增加了在第 2 版中未深入评述和讨论过的许多肺部疾病,诸如淋巴增生性和嗜酸性肺病。此外,增添了早先版本中曾提过的关于气道疾病和肺血管疾病的章节,以认识 HRCT 在评价该类疾病中的重要性。同时,对 HRCT 的最新技术进展也做了论述,尤其是关于多层螺旋 HRCT 的应用。

根据 HRCT 显示的特殊异常征象,我们增加了一些诊断原则,这将有助于从寻求最重要的 HRCT 表现中提高理性认识,从而对诊断和鉴别诊断做出最重要的判定。

在本书的开始,快速参考指南图示了最常见弥漫性肺病的常见表现。该指南在对临床病例做出初步鉴别诊断时有价值,并且还可作为见于本书其他部分中的对疾病详细描述的一种图示性索引。

第 3 版提供了许多新的图片,这也意味着添加了我们和其他作者的体会和经验。不论是对常见还是少见的疾病,我们都试图阐明在临床实践中可能会遇见的异常范围。我们希望读者能重视这些有益的变化。

张国桢 译

译者前言

肺部疾病很常见,在综合性医院放射科约半数胸部疾病患者,其中的大部分为肺部疾病患者。由于肺部疾病种类繁多,采用 X 线胸片诊断和鉴别诊断有较大限度,CT,特别是 HRCT 的出现,使得能从肺小叶水平上显示肺的微细解剖结构,这是当今在活体上显示肺部解剖最灵敏的工具,被认为是肺部影像学上的重大进展,尤其对历来认为在临床及影像学中都是难题的弥漫性肺病的诊断和对病变的随访具有极其重要的价值。

肺部 HRCT,自 1986 年首次用于临床后便受到医学界的重视和深入研究,其中美国 Webb 教授等是肺部 HRCT 的倡导者和积极研究者。1990 年,他们出版的第 1 版肺部高分辨率 CT 一书,便受到了热烈欢迎,至今已出版了第 3 版,书内详尽地介绍了肺部 HRCT 技术、诊断进展和经验,被认为是当前世界范围内最全面、最详尽、最权威的有关肺部 HRCT 的专著。特别是本书内的各种肺部病变 HRCT 基本表现的诊断和鉴别诊断方法的流程,既有理论又有实际可操作性,其中有的诊断流程图我们在国内有关书籍中曾经引用和介绍过,曾得到刘玉清院士的赞同和许多读者的欢迎。

目前,CT 机在国内已基本普及,极需有关人体各系统的、较深入的专业参考书,以供从业人员参考,而国内有关肺部 HRCT 的专业参考书并不多见,难以满足读者需求。因此,本书第 3 版刚面世时,我们就有意将其全文译出,以飨读者,但由于各种原因而延误至今。虽然如此,本书对目前有意应用和研究肺部高分辨率 CT 的国内读者仍有重要的参考和学习价值。我们在和 Webb 教授通讯联系后,得知他并无在近期出版该书新版的计划后,在人民军医出版社的大力支持下,决定仍将该书全文译出。

本书主要由卫生部北京医院放射科一批中、青年医师集体翻译,由于缺乏翻译经验,虽经几次校阅,并最后请上海华东医院放射科张国桢教授做了总审校。但是,由于译者们学术水平和翻译能力有限,一定存在不少误译、漏译或词不达意之处,还望同志们不吝指正。

潘纪成

丙戌年于北京

目 录

第 1 章 HRCT 的技术	(1)
第一节 HRCT 技术	(2)
第二节 HRCT 检查:技术性的改进	(13)
第三节 容积性 HRCT	(17)
第四节 呼气 HRCT	(23)
第五节 推荐的 HRCT 模式	(27)
第六节 空间分辨率及其他	(29)
第 2 章 正常肺部解剖	(32)
第一节 肺间质	(32)
第二节 大支气管和动脉	(33)
第三节 次级肺小叶	(35)
第四节 胸膜下间质和胸膜面	(42)
第五节 HRCT 的肺衰减测量	(44)
第六节 正常呼气 HRCT	(44)
第 3 章 肺部疾病的 HRCT 表现	(49)
第一节 线样及网状影	(50)
第二节 结节和结节样影	(70)
第三节 肺密度增高影	(96)
第四节 肺密度减低影、囊肿及气道异常	(110)
第五节 呼气性 HRCT	(131)
第六节 在肺部疾病诊断中实质异常的分布	(140)
第 4 章 以线状及网状影为主的病变	(144)
第一节 特发性间质性肺炎	(145)
第二节 特发性肺纤维化	(147)
第三节 胶原血管疾病	(157)

第四节	药源性肺病	(169)
第五节	放射性肺炎和纤维化	(174)
第六节	石棉肺和石棉相关疾病	(176)
第七节	铝尘肺	(188)
第八节	硬金属尘肺	(188)
第九节	终末期肺	(189)
第 5 章	以结节或网结节影为主要特征的疾病	(190)
第一节	肺淋巴管癌病	(191)
第二节	血源性转移瘤	(197)
第三节	细支气管肺泡癌	(200)
第四节	Kaposi 肉瘤	(201)
第五节	淋巴组织增生性疾病、淋巴瘤和白血病	(204)
第六节	结节病	(213)
第七节	铍病(铍中毒)	(224)
第八节	矽肺和煤工尘肺	(225)
第九节	其他结节性尘肺	(230)
第十节	滑石肺	(231)
第十一节	弥漫性肺实质淀粉样变性	(232)
第十二节	Wegener 肉芽肿病	(234)
第十三节	结核	(235)
第十四节	非结核性分枝杆菌感染	(245)
第十五节	粟粒状卡-介杆菌	(251)
第十六节	支气管肺炎	(252)
第十七节	与曲霉菌有关的肺病	(254)
第十八节	曲霉菌之外的其他真菌感染	(260)
第十九节	脓毒性栓塞和梗死	(260)
第 6 章	以肺实质致密为主要特征的疾病	(262)
第一节	过敏性肺炎(外源性过敏性肺泡炎)	(263)
第二节	嗜酸性肺病	(272)
第三节	闭塞性细支气管炎机化性肺炎	(276)
第四节	非特异性间质性肺炎	(280)
第五节	呼吸细支气管炎和呼吸细支气管炎-间质性肺病	(283)
第六节	脱屑性间质性肺炎	(285)
第七节	急性间质性肺炎	(287)
第八节	肺泡蛋白沉着症	(289)
第九节	类脂性肺炎	(292)
第十节	弥漫性肺炎	(294)
第十一节	弥漫性肺出血	(305)

第十二节 肺水肿和成人呼吸窘迫综合征	(306)
第 7 章 以囊肿及肺气肿为主要特征的疾病	(311)
第一节 肺郎汉斯细胞组织细胞增多症(肺组织细胞增生症 X)	(312)
第二节 淋巴管肌瘤病	(318)
第三节 肺气肿	(324)
第 8 章 气道疾病	(346)
第一节 支气管扩张	(347)
第二节 伴有支气管扩张的疾病	(371)
第三节 细支气管炎	(383)
第四节 伴有细支气管炎的疾病	(394)
第 9 章 肺动脉高压和肺血管病变	(405)
第一节 肺血管疾病的 HRCT 表现	(405)
第二节 合并肺动脉高压的疾病	(409)
第三节 其他肺血管疾病	(417)
第 10 章 HRCT 的临床应用	(419)
第一节 HRCT 在弥漫性肺病诊断中的敏感性和特异性	(420)
第二节 HRCT 的诊断准确性	(424)
第三节 HRCT 的诊断性表现	(432)
第四节 用 HRCT 评估病变的活动性和预后	(435)
第五节 决定肺活检的部位和方式	(439)
附录	(443)
附录 A HRCT 术语图解汇编	(443)
附录 B 弥漫性肺病高分辨率 CT(HRCT)诊断的快速查阅	(458)

HRCT 的技术

第一节 HRCT 技术 / 2	第四节 呼气 HRCT / 23
一、扫描准直 / 2	一、呼气后 HRCT / 24
二、重建算法 / 3	二、动态呼气 HRCT / 25
三、千伏(峰值),毫安,扫描时间和低剂量 HRCT / 3	三、肺量计触发的呼气 HRCT / 26
四、矩阵大小,观察野(FOV)和靶重建的应用 / 7	四、三维呼气 HRCT / 27
五、窗设置 / 9	第五节 推荐的 HRCT 模式 / 27
六、图像摄影和显示 / 9	一、怀疑为肺气肿,气道或阻塞性疾病 / 27
第二节 HRCT 检查:技术性的改进 / 13	二、怀疑为纤维性或限制性疾病或未知的肺部疾病 / 27
一、吸气水平 / 13	三、咯血 / 28
二、病人体位和俯卧位扫描的应用 / 13	四、怀疑为肺血管疾病 / 28
三、扫描间距 / 15	五、弥漫性肺病和局灶性异常的综合诊断 / 29
四、机架角度 / 16	第六节 空间分辨率及其他 / 29
五、心电图触发 HRCT / 16	一、空间分辨率 / 29
六、对比剂的应用 / 17	二、放射剂量 / 29
第三节 容积性 HRCT / 17	三、HRCT 伪影 / 30
一、单排螺旋 CT / 20	(一)条纹伪影 / 30
二、多排螺旋 HRCT / 20	(二)运动伪影 / 30

虽然 CT 的问世极大地改革了胸部疾病的放射诊断,但早期的 CT 扫描机由于它们的分辨率不高,在评价肺实质疾病上的能力受到限制^[1]。特别是用长的扫描时间(18s)和 1cm 的准直得到的 CT 图像,不能提供满意的解剖细节以准确估计正常和异常的肺部结构,不过至少在一定程度上提供了优于普通胸片的信息。

为试图诊断肺部异常而改进 CT 的分辨率的

第 1 次报道与评估局灶性肺部疾病和肺结节有关。1980 年 Siegelman^[2]等强调为检出肺结节中的钙化须用 5mm 的准直。随着 CT 技术不断的发展,在扫描检查上开始取得较好的效果,利用 CT 对弥漫性肺病做出正确的解剖性定义变得可能,这曾被一些作者报道过。第 1 次使用术语“高分辨率 CT(HRCT)”的是 Todo、Itoh 等^[3],他们在 1982 年描述了这种技术在评估肺部疾病中潜

在的用处。最初的 HRCT 报道可上溯至 1985 年,其中包括 Nakata、Naidich 和 Zerhouni 的里程碑式的描述^[4~6]。

此后,HRCT 技术的发展能得到有优良空间分辨率的肺部图像,提供了由大体病理标本或切片取得的相似的解剖细节^[7~10]。HRCT 能显示正常和异常肺间质及局灶性和弥漫性实质异常形态

学特征;在这一点上,HRCT 明确地优于胸片和常规 CT。HRCT 已成为一种重要的诊断方式,并明显的有助于我们对弥漫性肺病的认识。在本章中,我们复习当前 HRCT 中的合理的 CT 技术,螺旋 HRCT 技术,推荐一些用于特殊的临床情况时的扫描模式,呼气 HRCT,HRCT 的空间分辨率,和 HRCT 有关的放射剂量和常见的 HRCT 伪影。

第一节 HRCT 技术

HRCT 技术希望能满意地显示肺解剖。虽然每个人在实施 HRCT 的方法上稍有不同,但有经验的放射学家普遍同意做一些技术性的改进来建立“高分辨率”CT 的研究。本节复习各种技术因素对 HRCT 表现的影响,阐述我们推荐的为取得满意的检查所必需的或任选的技术。

用于增加空间分辨率的最重要的 CT 技术改进是用薄的准直和用高-空间频率(锐利)算法重建图像。增加千伏(峰值) [kV(p)] 或毫安(mA),靶图像重建也可用于改善图像质量和增加空间分辨率(表 1-1)^[7~13],但这些技术是任选的。为获得满意的诊断性图像,适当的窗设置和图像显示方法也是必需的。

表 1-1 HRCT 技术摘要

<p>推荐:</p> <p>准直:可取得的最薄的准直(1.0~1.5mm)</p> <p>重建算法:高空间频率或锐利算法(即 GE “骨算法”)</p> <p>扫描时间:尽可能短(1s 或更短)</p> <p>kV(p):120~140; mA:240</p> <p>矩阵大小:最大可取得(512×512)</p> <p>窗:至少要有一套固定的肺窗设置,窗位/窗宽为 -600~700HU/1 000~1 500HU 是合适的。好的组合是 -700/1 000HU 或 -600/1 500HU。软组织窗约为 50/350HU,也可用于纵隔、肺门和胸膜</p> <p>图像显示:12 张肺窗照片显示在 1 张胶片上</p> <p>任选:</p> <p>kV(p)/ mA:增加 kV(p)/ mA (即:140/340),推荐用于大个病例中,其他随意</p> <p>减少 mA (低剂量 HRCT):40~80mA</p> <p>靶重建:(观察野 15~25cm)</p> <p>窗:窗可按需要改设;低窗位(-800~-900HU)最宜用于诊断肺气肿。为观察纵隔,推荐用 50/350HU。为观察胸膜-肺实质病变,推荐用 -600/2 000HU</p> <p>图像显示:6 张肺窗照片显示在 1 张胶片上</p>

一、扫描准直

用厚度为(7~10mm)准直,扫描层面内的容积效应明显地减少了 CT 分辨小结构的能力。因此,如要有满意的空間分辨率必须用尽可能薄的准直(1~1.5mm)^[4,6,10,11](表 1-1)。对于 HRCT 来说不考虑用 3~5mm 准直。

Murata 等^[13]曾比较了用 1.5mm 和 3mm 准直的 HRCT 在识别小血管、支气管、小叶间隔和某些病理表现的能力。用 1.5mm 准直在血管和周围肺实质之间有较大的对比,可见到较多的小血管分支,可见的小支气管也常用 3mm 准直者为多^[13]。同样,轻度肺衰减增加(如早期间质性病变)或轻度肺衰减减低(如肺气肿)用 1.5mm 准直可更好地分辨。另一方面,作者认为某些病理表现,如小叶间隔增厚,在 1.5mm 和 3mm 准直的图像上同样可见^[13]。

在用薄准直扫描和用较厚准直扫描分别能见到的肺结构上多少有些差异。用薄准直在追溯血管和支气管上不及用 7~10mm 准直。例如,用厚准直时位于扫描层面内的血管看起来像是血管(即表现为柱状或分支状),可清楚地加以辨认。用薄准直时,因仅有小段位于扫描层面内而呈结节状,此种表现可引起混淆(图 1-1),但随着经验的增加,这种问题容易避免。

同样,用薄准直时,由于在血管的圆形边缘和邻近充气肺之间的容积效应较弱,位于扫描层面内或其邻近的血管的直径要比用 1cm 者大(图 1-1)。此时,薄准直扫描更准确地反映了血管的直径。与此类似,用薄准直可能可更好地估计肺结

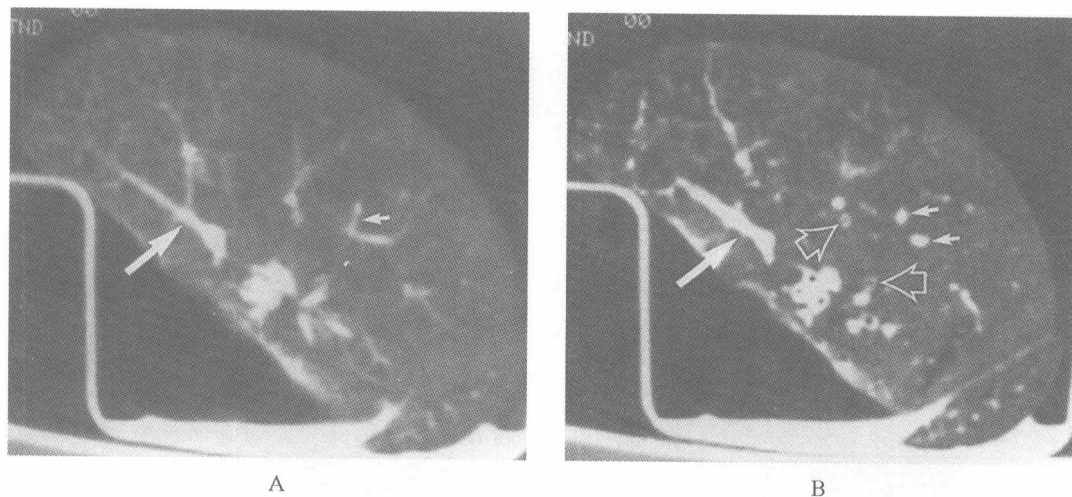


图 1-1 准直对分辨率的影响

注：A. 用 1cm 准直标准算法重建的肺部常规 CT。可见一些柱状和分支状的肺动脉（小箭），一支大的肺动脉分支（大箭）位于扫描层面内。B. 同一层面，用 1.5mm 准直的 CT，其他技术参数和重建算法不变。在用 1cm 准直时见到的表现为分支或柱状的肺动脉在 1.5mm 准直扫描上表现为结节状（小箭）。小支气管（空箭）在薄准直上显示更好。注意在此扫描层面内，用薄准直者的大肺血管直径（大箭）较用 1cm 者为大

节的直径。此外，用 1mm 准直，对于与扫描层面呈斜行方向的支气管要较用 1cm 准直者能更好的确定，并可更准确地评估管壁厚度和管腔直径^[14]。垂直于扫描平面的血管和支气管的直径在薄和厚准直上的表现相同。

二、重建算法

CT 扫描机的固有的或最大的空间分辨率决定于资料收集系统的几何学和序列扫描中扫描资料抽样的频率^[11]。形成图像的空间分辨率小于扫描系统的固有分辨率，它取决于所用的重建算法、矩阵大小和观察野(FOV)。所有这些都同样决定了像素的大小。在 HRCT 中，将尽量优化这些参数，以增加图像的空间分辨率。

在常规体部 CT 中，扫描资料常采用低空间频率算法（即“标准”或“软组织”算法）重建，使图像光滑，减少可见的图像噪音及在某种程度上改善对比分辨率^[12,15]。低空间频率单纯意味着记录在最后图像上的信息频率较低，和算法是低分辨率而不是高分辨率的说法相同。

用高空间频率算法（即 GE 的“骨算法”）减少了影像的平滑并增加了空间分辨率，使结构表现

较锐利（图 1-2）^[4,11,13]。在一项 HRCT 技术的研究中^[11]发现，当用骨算法代替标准算法在扫描数据重建时空间分辨率有量的改善（图 1-3）；在该研究中，用骨算法者在主观影像质量评定上的等级较高。在另一项 HRCT 的研究中^[13]，用骨算法重建者的小血管和支气管较用标准算法者显示得更好。锐利算法也曾被推荐用于 1cm 准直的 CT 扫描，以改善其空间分辨率^[16]。

利用锐利或高分辨算法是完成 HRCT 中的关键性要素（见表 1-1）^[12,15]。

三、千伏(峰值),毫安,扫描时间和低剂量 HRCT

在 HRCT 中的图像噪音较标准 CT 明显。此种噪音常表现为散在的颗粒或斑点，而混淆了解剖细节（图 1-4）^[11]。用锐利重建算法的 HRCT 技术除增加了影像细节外，也在 CT 图像上增加了可见的噪音^[12,15]。因为许多这种噪音和量子有关，噪音和被吸收的光子的数量呈反比（正确地说是与 mA 和扫描时间的乘积平方根成反比）。因此要用增加技术即在扫描时增加 mA 或 kV(p) 和扫描时间来减少光子数量，可减少噪

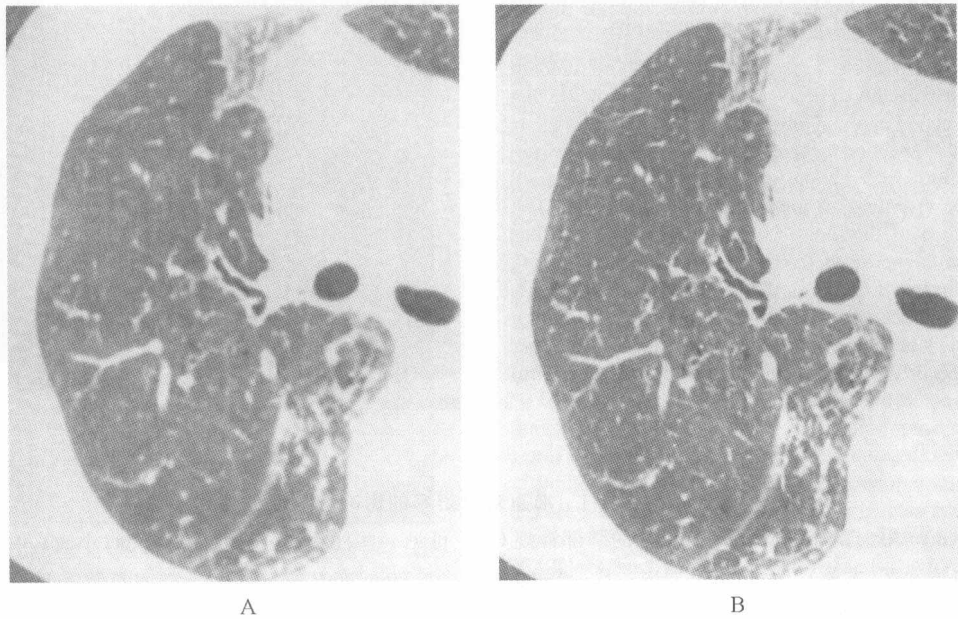


图 1-2 重建算法对分辨率的影响

注:用平滑(标准)算法重建的 1.5mm 准直的 CT 扫描(A)和用锐利(骨)算法重建的 CT 扫描(B)。用骨算法者肺结构表现较锐利

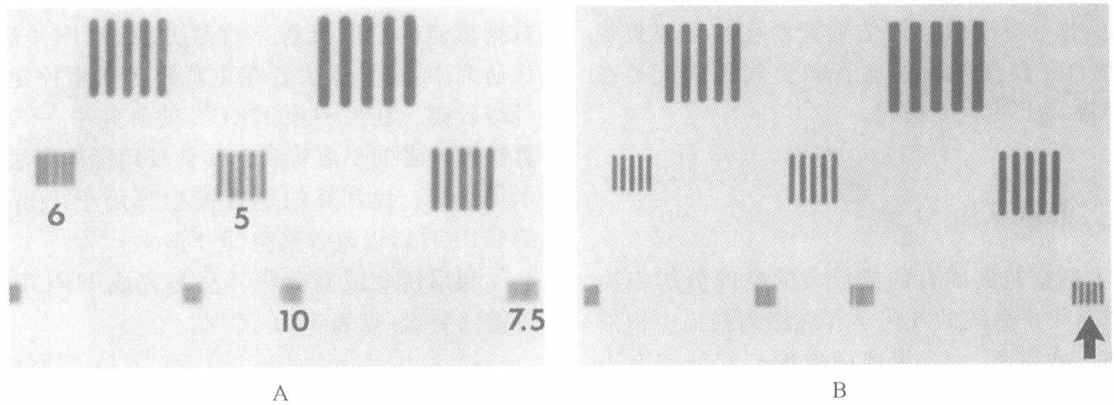


图 1-3 重建算法对空间分辨率的影响

注:A. 用 1.5mm 准直和标准算法重建的 HRCT 的线对模型。数字为在每厘米中线对应的分辨力,在该技术中的分辨力为每厘米 6 条线。B. 当用骨算法时空间分辨率改善。与用标准算法者相比,容易分辨 7.5 线对(箭),其边缘相当锐利(引自 Mayo JR, Webb WR, Gould R, et al. High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987;163;507)

音,改善影像质量(图 1-5) [11]。

在肺部 CT 扫描中一般不希望增加扫描时间,较长的扫描时间可导致与活动有关伪影的增加,对于 HRCT,1s 或更少是推荐的最合适的时间(表 1-1)。

在取得 HRCT 时,可容易地增加 mA 和 kV (p),它们减少了可见到的噪音。在一项研究中提示 [11],当 mA/kV(p)自 120/100 增加到 140/170 (扫描时间 2s)时,测量到的噪音约减少 30%(图 1-5),增加 mA 和 kV(p)的扫描通过读片者的评



图 1-4 图像噪音

注:右肺 HRCT 图像的细节图;斑点状影在后部最多,代表影像噪音。非常薄的线样条纹在图像的前部显示最好,代表“折叠”伪影

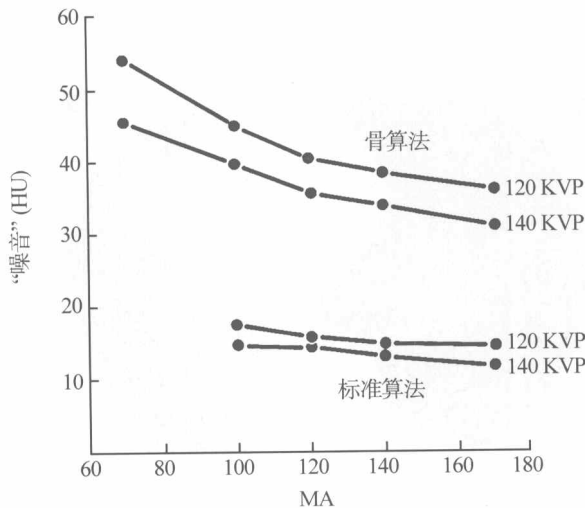
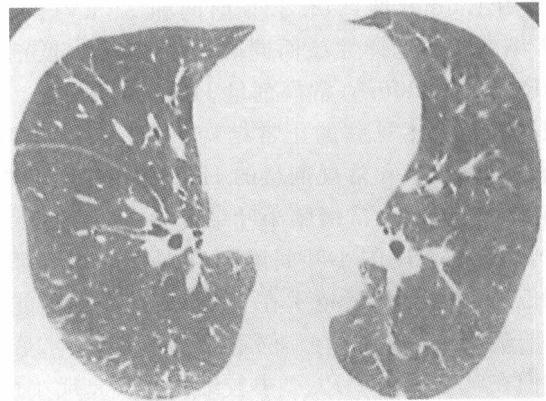


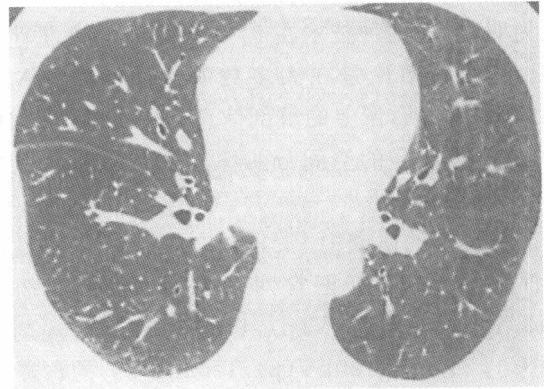
图 1-5 算法, mA 和 kV(p) 对图像噪音的影响

注:在人体 CT 模型上 HRCT 图像噪音(测量的 HU 的标准差)的图解^[21]。当用骨算法代替标准算法时噪音增加。增加 kV(p) 和 mA 时,噪音减少约 30% (引自 Mayo JR, Webb WR, Gould R, *et al.* High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987; 163;507, 经许可)

价认为 80% 有较好的质量(图 1-6)^[11]。但要注意,虽然用 HRCT 时放射仅限于少数薄的扫描层面上(以后讨论),扫描技术的增加也增加了对病



A



B

图 1-6 kV(p) 和 mA 对图像噪音的影响

注:用 120/100 kV(p)/mA(A) 和 140/170kV(p)/mA(B) 取得的 HRCT 扫描。噪音在后部和脊柱旁区最明显,虽然噪音在(A)中较多,它们之间的差异可能无临床意义,但增加 kV(p)/mA 依然是较好的。也注意到在两种图像上左肺内的搏动(星状)伪影和“双重”左斜裂(引自 Mayo JR, Webb WR, Gould R, *et al.* High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987;163; 507, 经许可)

人的放射剂量^[17]。

虽然增加 kV(p) 和 mA 减少了图像噪音,这种修改在现代的扫描机中并不是必须的。对于胸部 CT,大多数病例用常规技术可以取得满意的诊断性扫描结果^[18],虽然其图像质量不如用增加技术者那样好。用当前具备 1s 扫描时间,120~140kV(p) 和约 240mA 值的扫描技术的扫描机已证明是十分符合要求的^[19]。

此外,曾在一些研究中对低剂量 HRCT 的能效做了评估^[20~23]。在 Zwirwich 等^[20] 的研究

中,用 1.5mm 准直,2s 扫描时间和 120kV(p),对 31 例的胸部选择性层面同时做了 20mA(低剂量 HRCT)和 200mA(常规剂量 HRCT)的扫描。比较了两种技术见到的正常结构,各种实质异常和伪影。低剂量和常规剂量的 HRCT 在显示血管、小叶、段支气管、次级肺小叶结构和在显示网状异常,蜂窝和增厚的小叶间隔的范围和分布上都是相似的。但低剂量技术在 10 例中有 2 例不能显示磨玻璃影,9 例中有 1 例不能显示肺气肿,虽然它们在常规剂量 HRCT 中较细微并且是明确的。在用低剂量技术取得的图像上的线状条纹伪影也更为明显,但两种技术在 97% 病例中的诊断性一样。作者的结论是在大多数病例中用 20mA 获得的 HRCT 影像上的解剖信息和用 200mA 扫描者一样,无明显的空间分辨率丧失或因条状伪影而致的影像恶化。

在近期的研究中^[21],曾比较了 50 例慢性浸润性肺病和 10 例正常对照组的胸片、低剂量 HRCT[80mA;120kV(p),40mA,2s]和常规剂量 HRCT[340mA;120kV(p),170mA,2s]的诊断准

确性。每种 HRCT 技术仅用位于主动脉弓、气管隆突和右膈上 1cm 水平处的 3 个图像。每种 HRCT 技术的正确首选诊断都明显的优于胸片;用胸片在 65% 的病例做出正确诊断,低剂量 HRCT 为 74%($P < 0.02$),常规 HRCT 为 80%($P < 0.005$)。胸片在取得诊断中的高置信度为 42%,低剂量 HRCT 为 61%($P < 0.01$),常规 HRCT 为 63%($P < 0.005$)。正确的分别为 92%、90% 和 96%。虽然常规剂量 HRCT 较低剂量 HRCT 更准确些,但无显著差异,两种技术提供了相似的解剖信息(图 1-7、1-8)^[21]。

Majurin 等^[22]在 45 例怀疑为与石棉有关肺病患者中比较了各种低剂量技术,其中 37 例 CT 有肺纤维化证据者中,在低达 120 mA (60 mA / 2s)获得的 CT 图像上清楚地显示了实质带、弧线影和蜂窝。但可靠地检出间质线或磨玻璃影区需要的最小的技术为 160mA(80mA/2s)。此外,他们还显示用可能为最低剂量(30mA/2s)的 HRCT 时,只能检出明显的胸膜增厚和粗大的纤维化区。

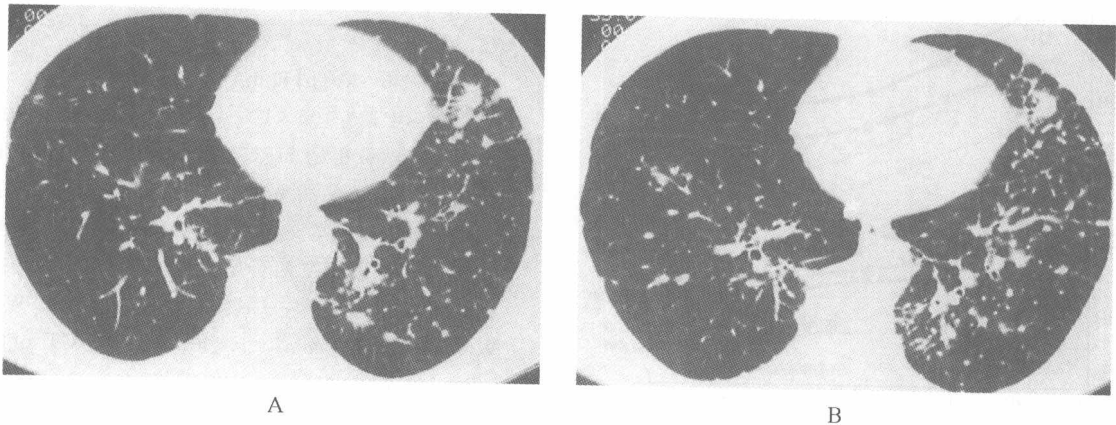


图 1-7 结节病中的低剂量(A)和常规剂量(B)HRCT

注:两种技术都显示了本病中典型的支气管管周围性、间隔性和胸膜下小结节。虽然在低剂量图像中增加了噪音,但异常的类型和范围在两种技术中的所见是一样的(引自 Lee KS, Primack SL, Staple CA, et al. Chronic infiltrative lung disease: comparison of diagnostic accuracies of radiography and low- and conventional-dose thin-section CT. *Radiology* 1994; 191; 669, 经许可)

虽然满意的分辨率需要用高的 mA 和 kV(p),但这在当前的扫描机上 是任选的,不是常用的(表 1-1)。在大多数病例中是用不增加扫描技术而取得诊断性扫描的。由于在高大的人(因为较多的 X 线光子被病人所衰减)(图 1-9)

和扫描图像的后部(由于光子被脊柱衰减)中的噪音是个大问题,最重要的是当研究高大病人或怀疑有肺后部病变的病例时则宁可增加技术条件^[11]。虽然低剂量 HRCT 在已知有肺部异常或在有肺部疾病危险的人群中筛选肺部疾病上有价

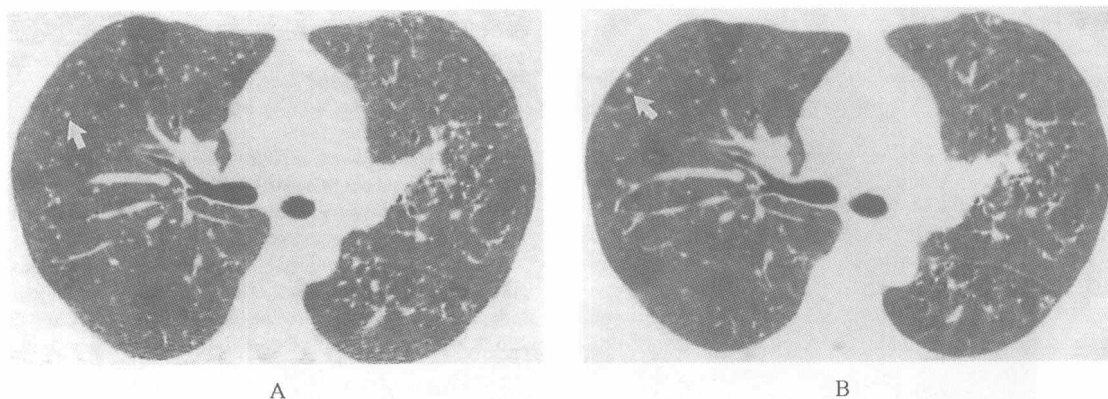


图 1-8 过敏性肺炎中的低剂量(A)和常规剂量(B)HRCT

注:虽然在低剂量图像上噪音较多,但磨玻璃影区和边缘模糊的结节(箭)在两种技术中都可见到(引自 Lee KS, Primack SL, Staple CA, *et al.* Chronic infiltrative lung disease: comparison of diagnostic accuracies of radiography and low- and conventional-dose thin-section CT. *Radiology* 1994; 191; 669, 经许可)

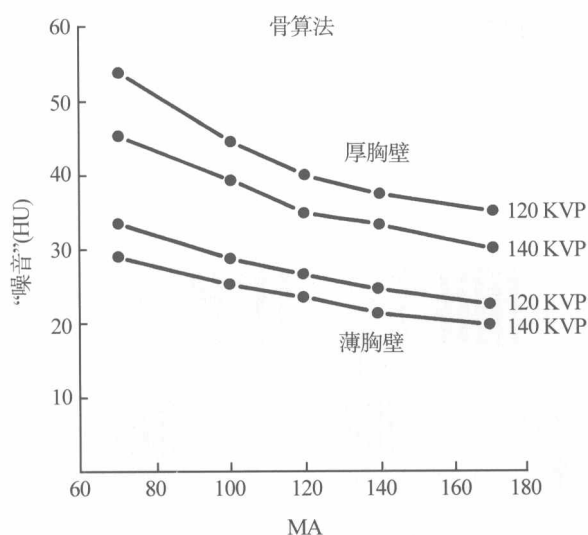


图 1-9 噪音和病人身材的关系

注:图示在用模拟厚的和薄的胸壁的人体胸部模型上测量的噪音。厚胸壁者的噪音明显增加(引自 Mayo JR, Webb WR, Gould R, *et al.* High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987; 163; 507, 经许可)

值,但在有肺部疾病的病例中并不常规应用它来做最初的评价。满意的低剂量技术或许将因临床情况和研究的指征而异。

四、矩阵大小,观察野(FOV)和靶重建的应用

在图像重建中要常规应用能得到的最大的矩阵^[4,11,13]。最大的能得到的矩阵常为 512×512 。

要用足以包括病人的观察野(即35cm)扫描。用较小的观察野对单侧肺做回顾性靶重建扫描以取代全胸,显著地减少了图像的矩阵大小,因此增加了空间分辨率(图1-10)^[11,18]。例如用40cm FOV和 512×512 矩阵时的像素为0.78mm;而用25cm FOV时,像素减少到0.49cm,空间分辨率相应增加(图1-11)。用15cm FOV,像素进一步减少到0.29cm,但这种FOV常不足以观察全肺,在临床上不常用。而且要认识到由靶重建取得的分辨率的改善因探测器固有的分辨率而受到限制。例如GE9800系统扫描机固有空间分辨率和像素大小的满意匹配发生在重建大小约13cm,像素大小0.25mm时^[11,12,15]。进一步减少FOV并不利于改善空间分辨率。

应用靶图像或靶重建常常是个人的偏爱,因为它需要额外的重建时间,一定要把原始扫描资料加以储存直到靶重建完成及需要另外的照片以显示全部图像,因此在临床实践中并不常用图像靶重建。而且在用非靶重建时能在同一图像上见到双肺,可以迅速地对两肺加以比较,这在诊断中

高分辨率肺部 CT

非常有用,而不愿用靶重建以达到仅有一定程度的分辨率提高。

考虑到图像重建是任选的(表 1-1),推荐仅需要满意的分辨率时使用。

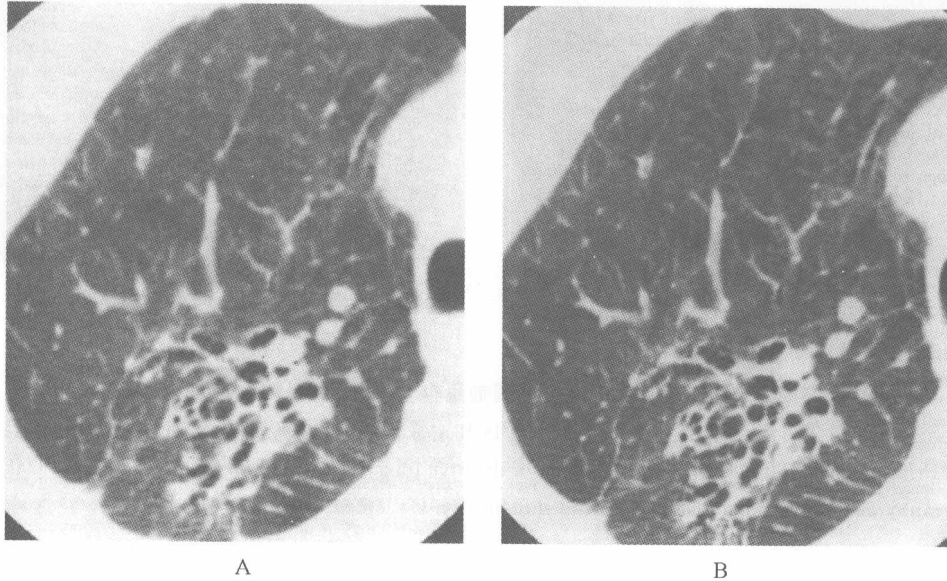


图 1-10 靶重建对分辨率的影响

注:A. 终末期结节病病例用 38cmFOV,1.5mm 准直,骨算法重建,重建范围 38mm 的 CT 图像;B. 同一 CT 扫描用 15cm FOV,骨算法重建,减少了图像像素直径。与图 A 比较,图像的锐利度有改善(引自 Mayo JR,Webb WR,Gould R,*et al.* High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987; 163:507,经许可)

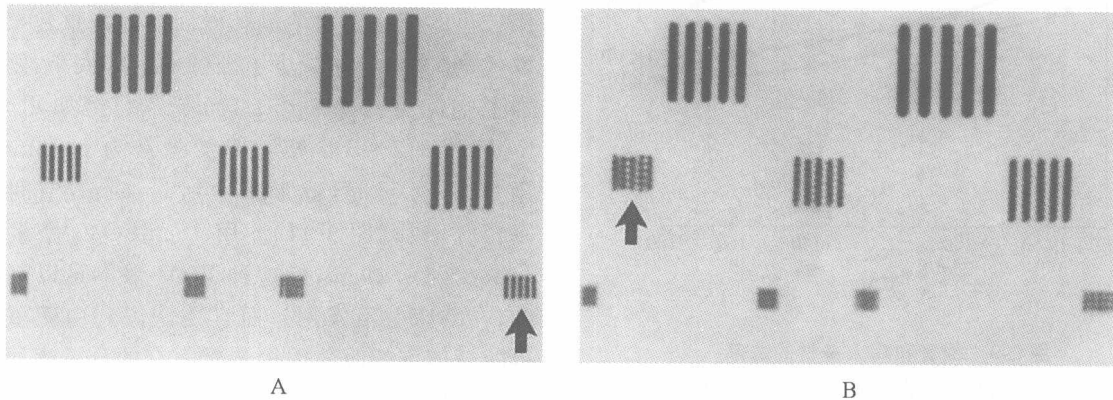


图 1-11 靶重建对空间分辨率的影响

注:A. 线对模型的 HRCT。用 FOV 为 40cm 扫描,用靶 FOV 为 25cm 重建。该技术的分辨率为 7.5 线对(箭);B. 同一扫描未用靶重建,显示较大的像素大小的影响。仅能分辨 6 线对(箭),线的边缘呈锯齿或波浪状(引自 Mayo JR,Webb WR,Gould R,*et al.* High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987; 163:507,经许可)

五、窗设置

用于照相的窗位和窗宽对肺实质的表现和可见结构的大小有明显的影响(图 1-12)^[14,24]。如所用的显示技术不当,可把正常结构视为异常或遗漏细微的异常。

用于照相的最重要的窗设置是肺窗,要强调的是在 HRCT 上显示肺解剖是没有专一的正确或理想的窗设置的,数个窗位和窗宽的结合可能是适当的^[25]。在一定范围内,正确的窗宽和窗位的选择是个人喜爱的事,下述的值仅用作参考,重要的是要在所有病例中都用同一套肺窗设置,不这样就难以作病例之间的比较,并可形成对什么是正常和异常的表现及在同一病例的一系列检查中的理解。虽然在特殊的病例中根据见到的异常,使用另外的窗设置并非不适当,但一定要注意窗设置的变化对图像表现的影响。

对于常规肺窗,窗位和窗宽设置为 $-700/1\ 000$ HU是适宜的(图 1-12)。有的作者在观察肺部时更喜欢用 $1\ 500$ HU的窗宽和 $-600\sim-700$ HU的窗位,认为这种窗设置对常规肺部图像也是适宜的。但要认识到,宽的窗宽减少了诸如血管、支气管和含气肺泡等肺实质结构之间的对比,也使得间质结构的表现较实际为不明显或纤细。另一方面,宽窗在检出全面的肺衰减异常上有一定的价值^[26,27],对评价周围性实质异常和胸膜面之间的关系也有用。窗宽 $<1\ 000$ HU对观察肺实质一般是不适宜的,因为它不必要地增加了对比,导致软组织结构的大小明显的增加。例如,曾用充气膨胀-固定的肺评估窗位和窗宽对支气管壁 HRCT 表现的影响^[24],在该研究中,窗宽 $<1\ 000$ HU可导致支气管壁厚度实际上的过高估计。而窗宽 $>1\ 400$ HU时可导致过低估计支气管壁的厚度(图 1-13)。

在阅读 HRCT 时软组织窗也很重要, $50/350$ HU 或 $50/450$ HU 的窗位/窗宽用于评价纵隔,肺门和胸膜最好。纵隔和胸膜有时在解释肺部 HRCT 上有价值(表 1-1)。例如,有淋巴结肿大,食管扩张,钙化或胸膜增厚时有助于正确诊断肺部疾病。在做 HRCT 研究时要常规显示肺窗

和软组织窗。

如前所述,在个别的病例中选择不同的窗位是有利的,虽然它对所有的适应证并不是很好(图 1-12)。伴窄窗宽(500 HU)的低窗设置($-800\sim-900$ HU)在肺气肿或含气囊性病变和正常肺实质间的对比上有价值,用这种低窗位正常肺实质看起来较灰白而肺气肿区保持黑色。另一方面,用这种窗做肺间质成像是适宜的。这种低窗位,尤其同时用窄窗宽时将使肺间质表现为比真实的更明显,可把正常表现为异常。这种窗也可导致对肺血管和支气管壁厚度的过度估计。

$2\ 000$ HU 的窗宽明显的减少了对比,一般不适于观察肺实质。但可用 $-500\sim-700$ HU/ $2\ 000$ HU的窗设置,这在要评价胸膜-肺实质时特别有用(图 1-12H、I)^[9,18]。

六、图像摄影和显示

在正确解释图像中,适当的照相是必要的,将 12 幅肺窗图像放在 1 张胶片上的格式是可取的。但是,较大的图像更易阅读,因此在做肺窗照相时将 6 幅图像放在 1 张胶片上的格式是有利的,尤其是当两肺显示在同一层面时。对用小 FOV 重建的图像照相时,用 12 幅图像放在 1 张胶片上的格式是认可的,它对软组织窗图像照相时也是满意的。

为了便于在胶片上观察图像,可使用于一种具有插入或平滑 CT 数据的能力拍摄 CT 图像的照相机,产生在最终图像上的像素较扫描本身中的像素小,相似的过程也发生在 CT 工作站中。虽然在仔细观察未加工的 HRCT 图像时可以清楚地见到个别的 CT 像素,但这在胶片或工作站上观察时并不是普遍的情况。事实上,如观察未经加工的 CT 图像(原始 CT 图像),其表现可使图像难以阅读。照相机可用从锐利到平滑来对 CT 扫描图像进行各种修正,如照相机设置为锐利时将见到个别的像素,设置为平滑时将数据插入,减少图像像素的大小(图 1-14)。虽然看起来锐利设置对 HRCT 最好,但事实并不如此,细小结构的对比用平滑设置较好,图像也容易解释。