

# HRCT OF THE LUNG



## 肺部高分辨率CT

潘纪成

陈起航

刘甫庚

编 著

中国纺织出版社



# 肺部高分辨率 CT

潘纪成 陈起航 刘甫庚 编著

中国纺织出版社

(京)新登字 037 号

图书在版编目(CIP)数据

肺部高分辨率 CT/潘纪成等编著.-北京:中国纺织出版社,1994  
ISBN 7-5064-1113-X

I.肺… I.潘… III.肺疾病-计算机辅助诊断-高分辨率电子显微术  
N.①R814.42②R563

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 09861 号

责任编辑:高明

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街 4 号

邮政编码:100027 电话:(010)-4168226

精美快速印装有限公司印刷 各地新华书店经售

1995 年 4 月第一版 1995 年 4 月第一次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:14  $\frac{8}{16}$

字数:300 千字 印数:1—3,000

定价:75.00 元

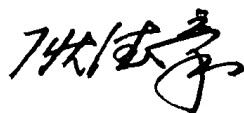
## 内 容 提 要

本书系北京医院放射科主任、北京医科大学放射学教授潘纪戌主编。它详尽地介绍了最新 CT 检查技术,通过显示肺的微细结构,从肺小叶水平去研究各种肺部疾病,系统地描述了各种肺部疾病的 HRCT 影像表现和鉴别诊断,尤其在过去常规 CT 一直感到诊断困难的肺部弥漫性疾病方面。本书应用了大量的实践成果并报道了最新动态,是放射科医师、临床医师及研究人员工作学习必不可少的理论依据和高级参考书。

## 序

自北京医院于 1980 年首先引进了我国第一台全身 CT 扫描机以来,CT 技术在我国有了长足的进步,目前已普及。迄今为止我院放射科已作了数以万计的 CT 扫描,CT 机已数次更新,有了更全面的 CT 扫描功能,肺部高分辨率 CT 扫描即系其中之一种。由于它能在肺小叶水平上显示肺部的微细解剖结构,被认为是当前肺部成像学中最灵敏的工具,对肺部疾病的诊断有重要价值。今该科潘纪成教授等参考国内外文献并结合自己的经验编著了本书,以期与有志于此的同道互相交流。我除了希望作者继续努力外,还希望国内外学者对本书不吝指正,共同提高。是为序。

卫生部中央保健局局长  
卫生部北京医院院长



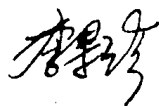
1994 年 12 月

## 序

HRCT 是高科技产物,因为要取得 1 至 1.5mm 薄层图像必须有相应的一系列高技术,包括软件和硬件。由于层厚只 1 至 1.5mm,故可以显示细微结构,从而为肺部的影像学诊断提供了更多客观征象,为此我们需要重新学习正常肺 HRCT 解剖和 HRCT 病征的病理基础。

1985 年以来杂志上陆续发表了这项技术的临床应用。1992 年 Webb 等出版了《High-Resolution CT of the Lung》一书。在这些经验的基础上,结合自己的实践,潘纪戌、陈起航等大夫完成了这本书,为同行充分应用这项新技术提供了参考资料;另外,内容也包括了常规 CT,因此也可作为胸部 CT 诊断的工具书。

卫生部北京医院放射科教授



1994 年 7 月

## 前 言

肺部高分辨率 CT(HRCT)扫描从概念的提出到付诸临床实践还不到 10 年。由于它有良好的空间分辨率,能提供堪与大体标本媲美的肺部解剖细节,具有较高的临床价值,受到了各方面的重视。北京医院放射科胸组在业师李果珍教授的指导下,于 1989 年开始了这方面的工作,迄今已积累了数千例的经验。鉴于国内尚缺乏这方面的专著,我们根据自己的体会、结合文献编写了本书,以供临床应用时参考。

本书主要以 HRCT 的表现分类来叙述各种肺部疾病的 HRCT 诊断,对 HRCT 在诊断上意义不大的疾病则少叙述或不叙述。由于孤立性肺结节和气道疾病的 HRCT 诊断进展较快,我们把它们单独立章叙述。此外,也叙述了正常和病变时胸膜的 HRCT 表现。

由于肺部 HRCT 扫描是 CT 检查中的一部分,常常是常规 CT 扫描的补充。为了系统地论述疾病的 HRCT 表现,通常要联系它们的常规 CT 以及胸片上表现,因此在有的疾病中对常规 CT 的叙述占相当的篇幅,或和 HRCT 一起进行叙述,也是需要的。

作者学识有限,谬误在所难免,还望同道不吝指正。

本书在北京医院领导和李果珍教授的热情关怀、本科全体同仁的大力支持下得以问世,尹晶晶、董光辉女士协助整理文稿,在此一并表示由衷的感谢。

作 者

1994 年 7 月于北京

# 目 录

<b>第一章</b>	绪论·····	(1)
<b>第二章</b>	扫描技术·····	(8)
<b>第三章</b>	正常肺部 HRCT 解剖·····	(27)
<b>第四章</b>	肺部病变的 HRCT 表现和病理基础·····	(45)
<b>第五章</b>	以网状阴影为主的疾病·····	(67)
<b>第六章</b>	以网合结节和结节为主的疾病·····	(90)
<b>第七章</b>	以囊状改变、密度减低性阴影为主的 疾病·····	(110)
<b>第八章</b>	以密度增高性阴影为主的疾病·····	(130)
<b>第九章</b>	孤立性肺结节·····	(153)
<b>第十章</b>	气道病变·····	(181)
<b>第十一章</b>	胸膜:正常和病变·····	(200)



# 第一章 绪 论

影像学诊断在胸部疾病的诊断中占有重要的位置,其中胸部平片应用的历史最悠久,它较高的空间分辨率,能显示较细小的肺实质结构,对不少疾病可提供有价值的诊断性信息,而且方法较简便、成本也较低,所以迄今仍是应用其它影像学检查手段的前提。但是,胸片存在着两大限度:即它的密度分辨率较低及是一张由许多正常和异常肺结构前后重叠的影像,前者使人们很难分辨肺内的微细结构和异常表现,后者使人们有时难以确定胸片上的表现究竟是正常抑或是异常的,即使确定是异常表现后,也难完全肯定异常发生在肺的哪部分解剖结构上。胸片的这种限度在弥漫性肺病的诊断上表现得尤为突出。Epler 等和 Gaensler 等发现 10~16%病理证实的弥漫性肺病患者的胸片表现正常,而不能发现病变。即使在胸片上有阳性表现的患者中,读片者根据其胸片上的表现而提出的第一、二位诊断中,仅 50%与病理诊断一致,而对胸片上的病变类型及其分布、范围等在读片者之间取得一致意见者亦仅占 70%。由此可见,即使在有经验的读片者中有时也难于解释胸片所见,并据此作出有信心的诊断。难怪有人会提出胸片诊断究竟是猜测还是科学的疑问了。这反映了人们在这方面对胸片的失望。

自 CT 被用于临床诊断后,由于它具有较胸片为高的密度分辨率及消除重叠结构的断层作用,人们很快就认识到它是一种评价肺部病变的重要手段。虽然早期的胸部 CT 扫描时间长达 18 秒,当用层厚为 1cm 扫描时,仍取得了较胸片为多的信息。但当时所用 CT 机的分辨能力较低,仍不能提供足够的解剖细节,以便能正确评价正常和异常的肺解剖。故当时大多仅用于检出肺结节和对肺与胸膜病变的鉴别上,在评价肺部病变特别是间质病变上仍受到限制。在过去几年中,由于扫描技术的发展(扫描时间已可缩短为 1 至 2 秒)及重建算法的改进,CT 在胸部疾病诊断中的作用有了迅速的发展。一种由 Zerhouni 于 1985 年首先提出,并由 Mayo 完善的技术,包括两个主要内容:即薄的扫描层厚(1.5 至 2mm)和用高-空间-频率(骨)算法重建,这被称为高分辨率 CT(HRCT),以有别于层厚为 10mm 和用低-空间-频率(软组织)算法重建的常规 CT。肺部 HRCT 的主要作用在于优化地显示肺的微细结构(指供应肺小叶的气道、血管及小叶间隔),从而得以在肺小叶水平上认识肺的解剖结构。

HRCT 可以在较短的扫描时间内,取得有良好空间分辨率、可与大体标本媲美的肺解剖细节,是当今活体肺部无创性成像技术中最敏感的工具。它革命性地改进了人们在活体上检出和特征化弥漫性肺病的能力。迄今已有许多文献研究了正常肺部结构和各种弥漫性肺病的 HRCT 表现,并和胸片、常规 CT、病理和肺功能检查的结果作了比较。Mathieson 等对已证实的 118 例弥漫性肺病的 CT 和胸片诊断正确性作了比较,结果第一位诊断的正确率 CT 为 76%,胸片为 57%;前三位诊断中的正确率 CT 为 89%,胸片为 73%。在 CT 上有 49%病例由于其 CT 上的特征性表现而作出了有信心的解释,其中 93%与最后诊断结果是一致的。而胸片仅 23%能作出解释,与最后结果一致者为 77%,可见 CT 较胸片能对成倍以上的病例作出有信心的诊断,并且其正确率也高。CT 对矽肺、寻常型间质性肺炎、淋巴道转移瘤和结节病的诊断正确性最高,但也仍有 20%的病例,对其 CT 表现的解释仍感困难,特别是外源性过敏性肺炎,其诊断正确性不高于胸片。Grenier 也比较了 140 例 HRCT 和胸片的诊断结果,其结论

与 Mathieson 相似,其中以组织细胞增多症 X、结节病的诊断正确性最高,其次为矽肺,而对明显的肺纤维化 CT 与胸片无明显差别。不仅如此,CT 还对判断患者作经支气管针刺活检好还是作开胸活检好,及开胸后何处取材最好,均较胸片为优。

HRCT 在分辨肺的微细结构上的能力要较常规 CT 为佳,对于小叶间隔、小叶支气管和小叶肺动脉,常规 CT 只能显示 HRCT 中的 30~47.8%。在检出不规则肋胸膜界面、间隔线、小囊性空腔、支气管扩张、细支气管扩张、胸膜增厚、磨玻璃改变等方面,HRCT 均优于常规 CT。在检出结节、肿块、纵隔胸膜结节状界面、大囊性空腔、肺结构变形上,两者功效相似,而在微结节和浸润的检出上常规 CT 要优于 HRCT,但 15% 的微结节仅见于 HRCT 上。由于 HRCT 可在胸片显示正常或仅有可疑表现者中显示肺实质的异常,也由于它能提供正确的病变类型和分布,大大有助于种类繁多的弥漫性肺病的正确鉴别诊断。HRCT 还能区别可恢复的活动性病变和不可恢复的纤维化病变,除了有助于指导活检的种类和部位外,也可用作治疗后观察的手段。近年来 HRCT 还用于气道和孤立性肺结节的诊断。相信这种技术将很快在放射科和呼吸科同道中赢得信任并日益得到普及。

是不是每个肺部疾病的患者都要作 HRCT 扫描,肺部 HRCT 的适应症是什么? 目前尚无一致的意见,综合文献意见大概可有以下几个方面。

### 一、检出病变

由于 HRCT 对检出肺部病变较胸片和常规 CT 为敏感,对于胸片正常或仅有可疑病变而有呼吸困难、咳血等临床症状的患者适于作 HRCT。HRCT 也适用于胸片正常而肺功能异常者,它有助于决定患者是否要做活检,若 CT 上有间质性肺病的表现,常要做活检;若见到肺气肿或表现正常,则毋需活检。

### 二、病变的定性

许多 HRCT 的表现都是非特异性的,但根据其异常表现的类型(即网状、结节或蜂窝等)及分布等,可大大地缩小种类繁多的弥漫性肺病的鉴别诊断范围。结合临床资料,有些病例,不难取得假设性的诊断,其中包括结节病,淋巴管肌瘤病,组织细胞症 X 和特发性间质纤维化等,有的甚至可避免做组织学活检。此外,有些疾病的 HRCT 表现,对疾病的定性有高度特征性,例如肺气肿、支气管扩张、有恰当病史的淋巴道转移瘤等。近年来利用 CT 及 HRCT 对孤立性肺结节的良性、恶性的鉴别上也有了较大的进展。

### 三、病变活动性的判断及随访

尽管许多弥漫性病变有不同的病因,其组织学表现大都为炎症细胞沉着于肺泡间隔和气腔内,其治疗有良好反应者是有明显的活动性和很少纤维化者。有多种方法可用来评价炎症和纤维化的范围,包括开胸活检、经支气管肺活检、支气管肺泡灌洗和<sup>67</sup>镓扫描,其中开胸活检最直接,但这种有创性的方法,受到病人年龄、一般情况不良及不能随访的限制。在无创性方法中,CT,由于它提供了肺结构的微细影像,在评价和随访病变的活动性方面有很大的潜力。

在 HRCT 上发现磨玻璃影、间质性或气腔性结节,常说明病变为可恢复性(活动性),经治疗后有可能恢复,因此常要做活检来明确诊断,以便分别治疗;这包括特发性肺纤维化、寻常型或脱屑性间质性肺炎、结节病及外源性过敏性肺炎等。因此,HRCT 也常用来作随访的手段,以便观察疗效及病变的进展。另一方面,即使 HRCT 不能作出疾病的特异诊断,若其表现为广泛的不可恢复性(纤维化)改变时,提示病变为非活动性或系“终末期肺”,常不必再做活检。

### 四、协助决定活检的方式和部位

HRCT 除可决定患者是否需要作活检外,还有助于决定活检的方法并指导取材的部位。在弥漫性肺病中,除淋巴道转移瘤和结节病需作经支气管穿刺活检外,其余的除少数例子外,均需作开胸活检,这是由病变是沿血管支气管束分布还是在肺周边部分布而决定的。CT 在观察病变的这种分布上无疑是优于胸片的。当决定要作开胸活检时,CT 也有助于指导外科医生于最可能取得有代表性的组织处取材。

虽然已经证明 HRCT 较常规 CT 和胸片有很多长处,但目前 HRCT 还不能象常规 CT 那样得到普遍应用。这其中的原因很多,例如需要现代化的 CT 机,增加了扫描时间等,但就放射科医生来说,最重要的原因可能在于对肺部 HRCT 图像的不熟悉,在诊断中感到很困难。事实上,一旦熟悉了肺部 HRCT 的技术及其图像,就会感到对它的解释较对胸片的解释主观性少,较少推测性的诊断,诊断较容易。我们常常需要用几年时间去学习如何从胸片上正确诊断弥漫性肺病,而用较短时间学习 HRCT 表现后,就可能带着相当大的信心对其作出诊断,这是因为从 HRCT 上见到的图像多较具体,从而大大减少了我们思维中的猜测性成分。其次影响 HRCT 普遍推广的原因还在于对 HRCT 的技术及包括术语在内的对图像的解释还没有标准化。目前已发表了 150 篇以上肺部 HRCT 的文献,其中不同的术语常用以描述同一异常,这导致了某些混乱,增加了学习上的困难,也使得难以对不同的研究加以比较。为此,我们附录了由 Webb 等提出的肺部 HRCT 的标准化术语,以供参考。它取消了非特异、非解剖的术语,也避免应用纯粹的描述性术语,除非 CT 表现本身是非特异性的、也不和特殊的解剖有关者。本书所应用的有关术语均以该文为准。

## 附录 肺部 HRCT 标准化术语词汇

### 一、HRCT

一种使空间分辨率尽可能完善的 CT 技术。必不可少是要应用薄的层面(即 1 至 2mm 准直)和高-空间-频率(锐利)重建算法。

### 二、有关正常解剖的术语

#### 1. 二次肺小叶(Secondary pulmonary lobule)

一种根据 Weibel 的意见规定的肺结构单位,由十二个或更少些腺泡组成。形态呈不规则多角形,大小多为 1 至 2.5cm。二次肺小叶边缘为内含静脉和淋巴管的结缔组织小叶间隔。由在小叶核心内的动脉和细支气管分支供应。一般用术语“肺小叶”已足够。

#### 2. 小叶间隔(Interlobular septum)

一种含有肺静脉和淋巴管并包围部分二次肺小叶的结缔组织隔。隔代表 Weibel 描述的向内延伸的胸膜下或“周围性”的间质,后者伸展于脏层胸膜下的肺表面。某些正常隔可于 HRCT 上见到。

当异常时:小叶间隔增厚。

#### 3. 小叶内间质(Intralobular interstitium)

不包括小叶间隔的间质性网状组织,为肺小叶的支持结构。它正常时不可见,当增厚时可见于 HRCT。此术语用于包括 Weibel 描述的在肺泡壁内的十分细小的网状结缔组织纤维(“隔性间质”)或称“实质性间质”和小叶内延伸到肺泡导管和肺泡囊的支气管血管周围的间质或称

“中轴”间质两者。

当异常时:小叶内间质增厚。

#### 4. 小叶核心(Lobular core)

二次肺小叶的中央部分,包含供应肺小叶的肺动脉和细支气管分支以及支持性的支气管血管周围或“中轴”结缔组织。

#### 5. 小叶实质(Lobular parenchyma)

为二次肺小叶的实质,在小叶间隔内侧并围绕小叶核心,含有功能性肺实质。这部分肺小叶由“隔性”或“实质性”间质及一部分中轴间质共同支撑着。

#### 6. 支气管血管周围间质(Peribronchovascular interstitium)

包围支气管和肺门血管的坚固的结缔组织鞘,从肺门水平延伸至肺泡导管和肺泡囊水平,Weibel 命名它为“中轴间质”。

HRCT 同义词:中轴间质;支气管血管间质;支气管血管束。

当异常时:支气管血管周围间质增厚。

#### 7. 胸膜下间质(Subpleural interstitium)

位于脏层胸膜下的间质成分。它延伸覆盖着肺表面,包括与裂隙相邻的肺。如小叶间隔那样,它代表着由 Weibel 命名的“周围性”间质成分的一部分。

当异常时:胸膜下间质增厚。

### 三、有关病理解剖的术语

#### 1. 气腔实变(Air-space consolidation)

在 HRCT 上,肺密度增加,并掩盖了血管纹理。这种表现常表明肺泡内的空气为液体、细胞或其它物质所取代。与“磨玻璃”影不同(见下)。

#### 2. 气腔结节(Air-space nodule)

直径自几 mm 至 1cm 的小结节,可见于气腔实变病人的 HRCT 上。它常代表局灶性细支气管周围炎症或气腔被充盈。

同义词:“腺泡结节”或“腺泡影”,但气腔结节更可取,因为实变很少是腺泡性的。

#### 3. 肺大泡(Bulla)

为边界锐利的气肿区,直径 1cm 或更大并常有少于 1mm 的薄壁。胸膜下大泡常是远侧腺泡(间隔旁)气肿的结果。

#### 4. 小叶中心性(Centrilobular)

对累及二次小叶中心或小叶核心的疾病过程或异常时结构的一种形容词描述。

同义词:“细支气管周围”,“小叶核心”。

#### 5. 囊状气腔(Cystic air space)

一种薄壁(常 $<3\text{mm}$ )、边缘清楚的局限性含气病变,直径 1cm 或更大些。它的壁是由各种细胞成分组成,但实际上常为纤维或上皮囊状气腔。常见于组织细胞增生症 X 和淋巴管肌瘤病患者中。蜂窝也能形成囊状气腔。

同义词:含气囊肿。

#### 6. 下垂部致密影(Dependent opacity)

厚几 mm 至 1cm 或更多些的胸膜下致密影,仅见于肺的下垂部,当该肺区不下垂时阴影消失。患者仰卧时常见于后肺部,改为俯卧位时则消失。作为肺容积丧失的结果,下垂部致密

影见于正常人(或异常时)。胸膜下致密影较“胸膜下线”模糊(见下述),但也可呈薄的、形态锐利清楚而光滑者。虽然术语“下垂部浓密”也曾被广泛应用过,通常认为“致密影”比“浓密”更好。

#### 7. 肺气肿(Emphysema)

终末细支气管远侧气腔的持久性异常增大,伴有累及的气腔壁的破坏,而无明显纤维化。HRCT 表现为低衰减区,常无可见的壁。有时在透亮区的中央可见小叶内血管。

肺气肿的亚型:

##### (1) 小叶中心型肺气肿(Centrilobular emphysema)

肺气肿主要累及腺泡中央的呼吸细支气管。因此,在 HRCT 上见到主要累及小叶中央部分。多位于上叶,常为吸烟者。在 HRCT 上常表现为多发性散在的透亮灶,无可见的壁,病灶之间为正常肺。

同义词:腺泡中心肺气肿,近侧腺泡肺气肿。

##### (2) 全小叶型肺气肿(Panlobular emphysema)

肺气肿或多或少一致累及全部腺泡成分。因此,在 HRCT 上见到累及全部小叶。它主要位于下叶,典型的伴有  $\alpha$ -1-蛋白酶抑制剂( $\alpha$ -1-抗胰蛋白酶)缺乏。HRCT 常显示大的透亮度增加区及血管纹理稀少。

同义词:全腺泡肺气肿。

#### 8. “磨玻璃”影(‘Ground-glass’ opacity)

HRCT 上可见肺密度朦胧增加,它并不掩盖血管纹理。因此,可与“气腔实变”区别。这种表现反映了轻度间质增厚或气腔不完全充盈。“磨玻璃”影可为弥漫性或散在性,也可呈结节状。

HRCT 同义词:气腔致密变。

#### 9. 蜂窝(Honeycombing)

直径几 mm 至几 cm 的囊状气腔,特征是有清楚的界限,可以是很厚的壁。它来自纤维化并伴有肺纤维化。蜂窝的几个囊状气腔倾向于拥有共同的壁。

同义词:“终末期”肺。

HRCT 同义词:中等网型。

#### 10. “界面”征(‘Interface sign’)

血管或支气管等肺实质结构的边缘或肺的胸膜面出现不规则界面,说明为间质增厚。

#### 11. 小叶间隔增厚

小叶间隔的异常增厚常来自纤维化、水肿或为细胞或其它物质浸润。增厚可为光滑、结节状或不规则。

HRCT 同义词:短线。

关于由增厚的隔所勾划的小叶的同义词:“大网型”,“周围性拱廊”,“多角形拱廊”,“多角形”,“六角形”。

关于结节状增厚的隔的同义词:“念珠隔征”,“念珠隔”。

关于长的或连续增厚的隔的同义词:“实质性带”,“长线”。

#### 12. 小叶内间质增厚(Interlobular interstitial thickening)

小叶内间质增厚导致小叶实质形成细小的“蜘蛛样”或“网状”表现。它代表小叶内间质的

增厚(“隔”间质或远侧支气管血管周围或远侧中轴间质)。

HRCT 同义词:“小叶内线”,“小叶内带”,“小网型”。

13. “镶嵌型灌注”(马赛克样灌注)(‘Mosaic perfusion’)

肺灌注的局部差异导致在 HRCT 上见到的衰减不同。这种表现反映了血管阻塞或通气不良。

14. 支气管血管周围间质增厚(Peribronchovascular interstitial thickening)

围绕肺门旁支气管和血管的“中轴”间质增厚。表现为明显的“支气管壁增厚”和肺动脉明显的增大或呈“结节状”表现。在小叶中央处的间质增厚被认为是“细支气管周围性”的,并表现为小叶内动脉增粗。

HRCT 同义词:“支气管周围袖口形成”,“支气管血管束”增厚。

15. “印戒征”(‘Signet-ring sign’)

一环状影(代表扩张的厚壁的支气管)伴有一小的软组织影(相邻的肺动脉或少见的扩张的支气管动脉),呈一种“印戒”的表现,这对支气管扩张有特征性。与“支气管血管周围间质增厚”或“支气管周围袖口形成”不同,后者支气管无扩张。

16. 胸膜下间质增厚(Subpleural interstitial thickening)

延伸覆盖于肺表面的胸膜面下的胸膜下间质的异常增厚。在 HRCT 上于叶间裂处最易见到,表现为裂隙增厚。此术语比“裂隙增厚”更可取。

17. 胸膜下线(Subpleural line)

厚几毫米或更少的薄的弧线影,常在胸膜下不到 1cm 处,并与胸膜平行。胸膜下线不因体位由俯卧改为仰卧而改变。轮廓常不规则,但可以是光滑的。它经常反映了纤维化或蜂窝,常可同时见到其它纤维化的表现。要和“下垂部致密影”区别,后者是正常表现。

HRCT 同义词:“胸膜下弧线影”。

18. 牵引性支气管扩张(Traction bronchiectasis)

发生于肺纤维化病人中的支气管扩张和不规则,由于纤维组织对支气管壁的牵引所致。在 HRCT 上表现为支气管扩张,其轮廓常是不规则的。“牵引性细支气管扩张”用于小叶内细支气管。

## 参考文献

1. Epler GR, McLoud TC, Gaensler EA, et al. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. *N Engl J Med* 1978; 298:801.
2. Mayo JR, Webb WR, Gouid R, et al. High-resolution CT of the lung: An optimal approach. *Radiology* 1987; 163:507.
3. Mathieson JR, Mayo JR, Staples CA, et al. Chronic diffuse infiltrative lung disease: Comparison of diagnosis accuracy of CT and chest radiography. *Radiology* 1989; 171:111.
4. Grenier P, Maurice F, Musset D, et al. Bronchiectasis: Assessment by thin-section CT. *Radiology* 1986; 161:95.
5. Remy-Jardin M, Beuscart R, Sault MC, et al. Subpleural micronodules in diffuse infiltrative lung disease: Evaluation with thin-section CT scans. *Radiology* 1990;177:133.
6. Naidich DP. Pulmonary parenchymal high-resolution CT: To be or not to be. *Radiology* 1989; 171: 22.
7. Müller NL, Miller RR. Computed tomography of chronic diffuse infiltrative lung disease. Part 1. *Am Rev Respir Dis* 1990;142:1206.
8. Müller NL, Miller RR. Computed tomography of chronic diffuse infiltrative lung disease. Part 2. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142:1440.
9. Webb WR. High-resolution CT of the lung parenchyma. *Radiol Clin North Am* 1989;27:1085.
10. Webb WR, Müller NL, Naidich DP. Standardized terms for high-resolution computed tomography of the lung: A proposed glossary. *J Thorac Imaging* 1993; 8:167.
11. Webb WR, Müller NL, Naidich DP. High resolution CT of the lung. New York; Raven Press 1992:1.

## 第二章 扫描技术

一、固有空间分辨率 .....	(9)
二、扫描层厚 .....	(9)
三、重建算法 .....	(11)
四、kV 值和 mA .....	(11)
五、扫描时间和呼吸控制 .....	(14)
六、重建范围和重建放大 .....	(15)
七、照像技术因素 .....	(16)
八、伪影 .....	(18)
九、扫描程序 .....	(20)
十、肺充气标本 HRCT 研究方法 .....	(21)

HRCT 具有良好的空间分辨率,能清晰地显示肺组织的细微结构,几乎达到能显示与大体标本相似的形态学改变,是目前检查肺结构的最精确的无创性检查手段。HRCT 与胸片、普通断层、常规 CT 等影像检查比较,具有发现病变较敏感和对弥漫性病变的诊断更具特征性的优点,而且与肺功能检查有更好的相关性。但是,HRCT 并不能代替常规 CT,而是作为常规 CT 的一种补充。

CT 扫描的影像空间分辨率决定于三个因素:即机器本身、使用者及患者。机器本身因素也就是 CT 扫描机本身的固有空间分辨率,是设计者所限定且固定不变的。它取决于资料收集系统的几何学和资料被采样的频率。大多数这些因素在相同价格的 CT 扫描机中具有一定可比性,也正是这些因素决定了 CT 扫描机最大空间分辨率的最高限值。使用者可以在固有空间分辨率范围内,通过改变扫描层厚、矩阵、重建算法及显示野(FOV),改变影像的空间分辨率。影像的空间分辨率低于固有空间分辨率。病人对影像的主要影响是扫描时的各种运动,包括呼吸运动、心血管搏动、体位活动等。

如上所述,HRCT 是常规 CT 检查的一种补充,因此检查前的准备与常规 CT 检查相似。首先应了解病史,症状和体征,各项实验室检查结果,临床初步诊断和目的要求。接诊医师应先复习病人的 X 线胸片、普通断层、同位素检查以及已检查的常规 CT 片,以明确要解决的问题。必要时亲自询问病人、补充必要病史。HRCT 通常不需要增强扫描,因此扫描前无需禁食。扫描前病人要清除扫描范围内一切可能影响图像清晰度的异物,如膏药、金属饰物等。向病人说明扫描时憋住气的重要性,训练病人作适度呼吸,避免呼吸深度大起大落。HRCT 扫描无禁忌症,但是 HRCT 对扫描时病人各种运动(包括细微运动)相当敏感,因此如病人不能自主控制呼吸或呼吸困难明显时,则以仅作常规 CT 为妥。HRCT 扫描通常是在常规 CT 的基础上对有兴趣区域或某些特定层面的进一步检查。HRCT 的适应症也比较广泛。我们认为由于 HRCT 一般是在常规 CT 检查同时增加有限几个层面,既方便也没有明显增加费用,因此有条件开展 HRCT 检查时,常可获得意想不到的效果。并不是所有体部 CT 扫描机均可作 HRCT 检查。肺



部 HRCT 检查的基本条件是:(1)现代工艺技术的全身 CT 扫描机,固有空间分辨率 $<0.5\text{mm}$ ;(2)薄层扫描(1 至  $1.5\text{mm}$ );(3)图像重建用高空间频率算法(如 GE 系列的骨重建算法)。(4)用  $512\times 512$  矩阵。对于未能满足上述条件的较低档体部 CT 扫描机通过对扫描方法的某些改变或调整,也可达到或接近上述标准 HRCT 的影像效果。如仅有  $320\times 320$  矩阵,可用小 FOV(即采用靶重建技术)分别显示两侧肺结构,也可达到提高影像空间分辨率的目的。用  $320\times 320$  矩阵,当显示野是  $35\text{cm}$  时,其像素大小为  $1.1\text{mm}$ ,而用  $20\text{cm}$  的显示野时,其像素大小是  $0.63\text{mm}$ ,这样已达到用  $512\times 512$  矩阵,显示野为  $35\text{cm}$  时所显示的图像空间分辨率的水平。总之操作者可根据所使用 CT 扫描机调整扫描条件,尽可能提高空间分辨率。下面我们进一步讨论 HRCT 扫描技术中的各种因素。

### 一、固有空间分辨率

CT 扫描机的固有空间分辨率是其影像最高空间分辨率的绝对限值。决定固有空间分辨率的因素包括 X 线管球焦点的大小,球管的几何学,探测器的排列,探测窗的大小及资料被采样的频率等。在 HRCT 检查时,用  $512\times 512$  矩阵,当显示野(FOV)为  $35\text{cm}$  时,像素的大小是  $0.68\text{mm}$ ,而当 FOV 降为  $25\text{cm}$  时,像素的大小是  $0.49\text{mm}$ ,由于 CT 照片上的影像空间分辨率总是低于固有空间分辨率,因此,如果固有空间分辨率 $>0.5\text{mm}$ ,难于满足 HRCT 的需要。

### 二、扫描层厚

常规 CT 使用  $10\text{mm}$  厚层扫描,由于容积效应而明显减低 CT 显示细微结构的能力,因此使用最薄的扫描层厚是提高空间分辨率的基础。CT 的扫描层面由许多体素(Voxel)组成,每一体素所包含的全部组织 CT 值的平均数代表一个体素的 CT 值,如用  $10\text{mm}$  层厚扫描时,扫描层肺组织内有直径  $5\text{mm}$  大小的结节,这时所得出的结节影 CT 值并不代表结节本身的 CT 值,而是结节与其所重叠的周围肺组织的平均 CT 值。这样就降低了该病灶的 CT 值,缩小了病灶与正常肺之间的密度差,使病灶边缘模糊。如果扫描层仅切到该病灶的边缘或一小部分,其所得的 CT 值就更低,甚至不易发现。这种现象称为部分容积效应。同样结节内小的钙化灶或脂肪在厚层 CT 上也难于发现,而这些征象又是肺结节诊断和鉴别诊断的重要征象,这也显示了薄层 CT 对肺小结节的诊断价值。虽然 Murata 等人的一组研究中提出  $1.5\text{mm}$  层厚与  $3\text{mm}$  层厚的两种方法的影像在显示肺细节上两者之间没有显著差异,但是,在他的研究中也显示,40 支肺血管中有 3 支在  $1.5\text{mm}$  层厚的影像上其分支显示比  $3\text{mm}$  层厚者为多,其它 37 支血管也显示  $1.5\text{mm}$  层厚者其血管与周围的对比增强。 $1.5\text{mm}$  层厚所显示的 19 支小支气管中,在  $3\text{mm}$  层厚上仅显示 16 支。对一些病理改变如石棉肺或小的肺气肿改变, $1.5\text{mm}$  层厚也比  $3\text{mm}$  层厚的影像显示更好。

$10\text{mm}$  层厚与  $1.5\text{mm}$  层厚扫描在显示肺结构上是不同的:用  $1.5\text{mm}$  层厚,往往仅能显示血管或支气管的断面,除了与扫描层呈平行者外,难于显示其行程;用  $10\text{mm}$  层厚很容易确定层面内的血管影,而  $1.5\text{mm}$  层厚由于仅能显示层面内血管的一小段而呈“小结节”状,特别在上肺及下肺更明显(图 2-1、图 2-2)。这样对初学者容易造成混乱。但是经过一段时间的经验积累。完全可以较容易区别薄层上血管断面的“结节”与真正肺结节。

由于  $1.5\text{mm}$  层厚扫描的容积效应明显少于  $10\text{mm}$  层厚扫描,也即由于减少了血管的圆滑边缘与相邻充气的肺形成的容积效应,使  $1.5\text{mm}$  层厚显示的血管直径略大于  $10\text{mm}$  层厚的血管直径,更准确地反映了血管的直径。但是要注意,对肺内小结节,如薄层扫描位于结节的中央时,所显示结节的大小可大于厚层所测量的结节,如果扫描偏位甚至位于结节的边缘时,