

# CT对肺气肿诊断的进展及临床治疗的指导价值

王新莲 综述 马大庆 审校

【中图分类号】R814.42; R563.3 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2006)03-0312-03

CT技术的进展,促进了肺气肿的诊断水平及评价手段的提高。由于近年来肺减容外科手术(lung volume reduction surgery, LVRS)的发展,对肺气肿的诊断及评价提出了更高的要求。本文根据近几年来国外的研究进展,综述如下。

## 概述

肺气肿是危害人类健康的常见病,迄今为止,其病因及发病机制尚未完全阐明。1985年,美国国立心胸血液学会将肺气肿定义为终末细支气管远端发生持久的异常的气腔扩大,肺泡壁破坏而无明显纤维化<sup>[1]</sup>。因而在一段时间内对肺气肿的诊断是停留在除外纤维化的基础上。随着肺功能、CT及MSCT的发展,肺气肿合并肺纤维化的这一现象逐渐引起学者的重视,国内外关于这方面已有多项研究并证实这两种疾病在某些患者的确并存。Desai等<sup>[2]</sup>在212例隐源性纤维化肺泡炎研究中也发现,肺的纤维化改变与肺气肿存在一定程度的相关性。

通常认为,肺气肿与吸烟、 $\alpha$ -抗胰蛋白酶缺乏、大气污染等有关,而吸烟是诱发肺气肿的最主要因素,也是可预防的危险因素,吸烟包年数(吸烟年数 $\times$ 吸烟包数/天)与CT视觉评分法所得的CT分数成正相关<sup>[3]</sup>;而且,雪茄烟在上肺叶存留时间较长,所以诱发的肺气肿以两肺上叶为多,小叶中心型为多<sup>[4]</sup>。

临床对肺气肿有不同的分类方法,根据病变累及的解剖部位分为小叶中心型、全小叶型、腺泡周围型及不规则型。通常混合型多见。依病因不同又分为阻塞性肺气肿、代偿性肺气肿及老年性肺气肿等。影像研究中常采用的是第一种分类法。

## 肺气肿的CT诊断

胸片及肺功能测定是评价肺气肿严重度的基础,但其在早期和无明显症状患者的诊断上缺乏敏感性,而这恰恰是防止疾病发展的关键时期,早期采用高分辨力CT诊断肺气肿为理想的选择。CT较传统胸片的优势在于它首先是一个断面,避免了解剖结构之间的重叠;另外,CT有很高的分辨力,可以发现肺较小的密度改变,且可以进行定量分析,随着MSCT的出现,图像的后处理功能更加丰富,使肺气肿的定性及定量诊断更加便捷。此外,CT还用于随访研究中,通过随访吸烟者的薄层CT图像与肺功能的关系发现,持续吸烟会加重气肿改变及细支气管肺泡的异常,薄层CT较肺功能在显示细小的病变上存在优势,并可能会帮助预测吸烟者肺功能的改变<sup>[5]</sup>。

### 1. 不同类型肺气肿的CT诊断

CT扫描中定义肺气肿为肺内的异常密度减低区,伴血管纹理变细,分支减少或消失,形成简化血管树,周围正常血管纹理有扭曲,主肺动脉增宽,不同类型的肺气肿在影像上有其相

对特定的影像表现。

小叶中心型肺气肿:此型是最常见的类型。表现为肺内密度减低的单一的囊样变,直径小于1cm,通常没有可辨别的壁,且常伴有小动脉的损害,但有些情况下可以看到特别薄的壁,尤其是病变较广泛时,可能代表小叶间隔。大量研究表明此型与吸烟有关,往往发生于两上肺(48%)或向下肺发展使上下肺野均累及(58%)<sup>[3]</sup>,但主要发生于上肺多见。在大于50岁的吸烟人群中,此型肺气肿最为常见(50.2%)<sup>[6]</sup>。此外,尘肺也易伴发此型肺气肿,其分布主要位于肺前部。

全小叶型肺气肿:累及整个肺腺泡,表现为较大范围的肺密度减低区,周围动静脉减少,通常发生于下肺叶,与正常肺实质分界清楚,但轻、中重度的全小叶肺气肿往往与周围正常肺实质分界不清。此型与吸烟或 $\alpha$ -抗胰蛋白酶缺失有关,在分布上与小叶中心型相反,但在严重的病灶中往往很难区别。此外,该型肺气肿中约35%可同时伴有支气管扩张,在 $\alpha$ -抗胰蛋白酶缺乏引发的病变中,约43%伴有支扩<sup>[7]</sup>。

腺泡周围型肺气肿:主要位于胸膜下,呈灶性分布,上肺叶多见。壁很薄,无血管。有时可以很大,当直径在1~2cm时称为肺大泡,但肺大泡并非仅见于此型肺气肿,其它类型中也可见到。肺大泡易并发自发气胸,是年轻人发生自发气胸的常见原因,手术切除效果好。此型在50%以上的吸烟者可见,甚至在年轻者中也可见,在小于50岁的吸烟者中,约64.2%引发此型为主的气肿病变<sup>[6]</sup>。

不规则型肺气肿:通常见于某些有纤维改变的疾病,病变伴发的纤维化肺损伤有助于诊断。在尘肺患者的纤维斑块周围常伴发此型肺气肿,形态不规则。

### 2. 肺气肿的CT研究

基于视觉评价方法的CT分析:文献报道对肺气肿的视觉分析方法包括严重度法(根据CT图像上肺密度减低区、肺内血管的中断或减少及小血管分支的改变而将肺气肿病变进行评分,0~3共4个分值点)、Sanders'法(根据肺气肿病变累及的范围进行评分,0~4共5个分值点,如某层面病变累及面积大于75%,为4分)及Sakai法(将每层面的严重度评分得分乘以Sanders'评分法得分,即得该层面的Sakai法评分分值,如某层面严重度评分法得分为3, Sanders'法评分为4,则该层面Sakai法评分为12分)。这些视觉评价方法都可以从一定程度上近似定量分析病变程度,但易受主观因素影响,不够精确。Malinen等<sup>[8]</sup>通过3位有经验的放射科医师分别采用以上3种方法,对26名明显肺气肿患者及44名轻度或无肺气肿的对照组进行视觉评分及与肺功能进行对照,通过统计分析认为, Sanders'方法是评价肺气肿的较可靠的方法,而且它与肺功能测定结果(VC、DL<sub>CO</sub>及FEV<sub>1</sub>)关系紧密。

定量CT肺密度研究:除了采用普通的横断面图像及

作者单位:100050 北京,首都医科大学附属北京友谊医院放射科(研究生,现工作 100038 北京,首都医科大学附属复兴医院)

作者简介:王新莲(1977-),女,山东招远人,医师,主要从事呼吸系统的影像诊断工作。

HRCT 图像显示病变,还可以采用定量的方法客观分析。这主要是借助计算机软件的帮助,根据 CT 值所代表的肺组织的密度及由此产生的一系列参数来界定。可以客观地评价每幅图像及全肺的肺气肿累及范围及肺体积,而且与视觉评价结果相关性好。对肺气肿的阈值的界定意见不一,与扫描技术条件、吸呼气状态及幅度等有关,以  $-900$  HU 或  $-910$  HU 最为常用。HRCT 上,吸气状态下,以  $-950$  HU 为阈值与病理结果相关性最好<sup>[9,10]</sup>。Muller 等<sup>[11]</sup>采用“密度蒙片法(density mask)”技术评价,认为以  $-910$  HU 为阈值最好。定量 CT 肺密度研究中,常用的定量参数包括平均肺密度、象素指数(单位体积内某一阈值内象素的体积占单位体积的百分比、PI)等。

最早应用的计算机辅助软件是 20 世纪 80 年代的“Density mask”软件,它是一种通过软件将一定范围的 CT 值所代表的象素标亮,可以直观地显示气肿病变,但其受呼吸影响较大,准确度稍差。20 世纪 90 年代的 Pulmo 软件采用呼吸门控较好地解决了前者的问题,而且结合呼吸双相扫描可以很好地评价全肺乃至局部肺组织的变化,进而间接反映肺功能。

另外一种定量分析法称作 CT 形态测量法(CT morphometry,CTM),将对肺密度(HU)的评估转换成对每克肺组织含气量(ml/g)的评估。通过公式,将肺密度转换为肺容积、肺气肿容积、肺表面积以及肺表面积/容积等指标,定量评价肺气肿。

多排螺旋 CT 在诊断肺气肿上的进步:MDCT 不仅能提高图像的空间分辨力及降低部分容积效应,而且一次屏气就可以完成全肺容积扫描,可以在 1 s 内同时显示多层连续 1 mm 层厚图像,只需 20 余秒左右的时间。更重要的是,可以用一次扫描的原始数据对图像进行任意间隔任意层厚的重组。Schoepf 等<sup>[12]</sup>将临床疑有局灶及弥漫病变的 67 位患者(其中 3 人进行了复查,故相当于 70 人次)等分成两组,分别进行 MDCT 检查(1 mm 准直器扫描重组 5 mm 常规层面及 1.25 mm HRCT 层面)及单层螺旋 CT 检查(含 5 mm 层面及 1.25 mm HRCT 横断面扫描),由 2 位医师在不知扫描参数的情况下,按 5 个分值点(0~5 分)将所选的每层图像进行评分并累计,参考标准为图像整体质量、空间分辨力、肺实质及支气管壁的显示、诊断价值、主观信噪比及伪影。结果发现,层厚相同(5 mm)的 MDCT 图像质量显著好于单层螺旋 CT 图像( $P=0.0001$ ),而 MDCT 的 1.25 mm HRCT 重组图像与单层螺旋 CT 的横断 1.25 mm HRCT 图像质量无显著差别。这不仅可以说明 MDCT 较单层螺旋 CT 对于弥漫病变(包括肺气肿)的诊断更准确,而且可以利用一次扫描的数据重组 HRCT 图像,无疑给肺气肿患者尤其是呼吸困难者带来极大方便。

另外,MDCT 可以提供丰富的图像后处理方法对病变进行多种方法的评价分析。Remy-Jardin 等<sup>[13]</sup>早就发现用最小密度投影法可以更好的显示肺气肿,尤其是轻度肺气肿病变,其敏感度为 81%。MDCT 使这一方法更加便捷,Hunsaker<sup>[14]</sup>研究发现,在 MDCT 上,采用最小密度投影法可以更快更好的显示密度减低区的肺结构,并鉴别局灶性肺气肿与气体潴留,它只需一次扫描,而且患者接受的射线量明显减少。此外,还可以采用新的图像后处理技术将不同阈值范围内的肺组织着不同

的颜色(如将  $<-900$  HU 的肺气肿区用 1 种颜色表示),更加直观鲜明地显示气肿病变,只需不到 5 min 的时间就可以将肺容积采用三维的形式再现出来,这远比早先的“density mask”方法费时少,更方便。

总之,MDCT 不仅可以快速定量肺气肿的容积,而且可以多平面及三维重组更高质量的图像显示肺气肿的分布。多平面重组与冠状面图像相结合能提高诊断肺气肿的准确性<sup>[15]</sup>,且有助于很好的评价肺气肿的病变分布情况。

### CT 对肺气肿临床治疗的指导价值

已阐明 CT 是一种诊断肺气肿的敏感方法,它可以发现早期的肺气肿从而为预防控制疾病发展起到关键作用,同时随着肺气肿患者的 LVRS 及肺移植术应用的增加,肺气肿的影像表现在临床上得以重视。肺气肿的异质性及解剖分布是手术成功的重要参考指标,CT 图像分析恰恰能满足这一要求,因而图像成为评价肺气肿患者能否实施外科手术及术后状况评估的关键因素。CT 被用来选择 LVRS 患者,LVRS 的适宜患者有一系列严格的临床指标,在 CT 上,肺气肿主要位于上叶且分布不均匀,残有正常肺组织。另外,CT 还可以用来评价 LVRS 后患者肺部改善状况。

早先的研究<sup>[16]</sup>认为,对 LVRS 的适宜人群来讲,采用 HRCT 或 CT 评价肺气肿的严重性所得的结果差异无显著性意义,但如用“density mask”图像效果更好。因此,他们建议在对 LVRS 适宜人群进行手术前评价时,应用螺旋 CT 图像,条件允许采用“density mask”图像,但 HRCT 似乎没有必要。螺旋 CT 在 LVRS 适宜人群的选择中,对肺气肿分布均一性的分类准确性较 HRCT 要高,且较二者结合还要好,因此螺旋 CT 应作为 LVRS 选择患者时的常规检查<sup>[17]</sup>。

近年来,更多的研究关注 CT 定量肺密度在 LVRS 适宜人群的选择及术后评估中的重要作用。Cederlund 等<sup>[18]</sup>通过 CT 定量研究,提出了一种客观评价肺气肿分布的方法,从而为 LVRS 的患者选择提供帮助。Flaherty 等<sup>[19]</sup>采用 CT 定量方法分析双侧肺减容术后患者长期及短期效果,他们发现 LVRS 后患者肺功能状况改善,呼吸困难消失,运动能力提高,但 36 个月这些改善逐渐减退。Rogers 等<sup>[20]</sup>运用 CT 形态测定法对术前的重度肺气肿进行评价,认为这将是临床试验中一种预测 LVRS 改善状况及鉴别改善机制的有效方法。

此外,CT 也用于视黄酸疗法及  $\alpha$ -抗胰蛋白酶缺乏引起的肺气肿的酶替代疗法等的患者选择及疗效评价中。Stolk 等<sup>[21]</sup>采用低剂量定量肺密度研究的方法分析  $\alpha$ -抗胰蛋白酶缺乏患者的肺密度,认为肺密度测量参数有很好的可重复性,并与 FEV<sub>1</sub> 有很好的相关性。他们在早先的研究<sup>[22]</sup>还发现,CT 肺密度随访研究较 FEV<sub>1</sub> 及 DLCO 能更好的检测肺气肿的进展,因而建议将 CT 肺密度指标作为将来评价肺气肿治疗药效的参数。

影像诊断的发展必须适应现代医学的要求,根据 WHO 标准,肺气肿是一种适于普查的疾病,此前日本对此进行的研究相对较多,但很多问题仍没解决,比如,肺气肿诊断的金标准及选用的剂量等。Orlandi 等<sup>[23]</sup>通过呼吸门控 CT 定量分析慢性阻塞性肺气肿中肺气肿改变,发现低剂量(43 mA)与常规剂量

(146 mA)CT上肺气肿的密度值相似,差异无显著性意义,进而认为低剂量检查结合 HRCT 扫描可以取代慢性阻塞性肺气肿患者的常规检查。Zompatori 等<sup>[24]</sup>采用 240 mA 及 80 mA 分别定量肺气肿的容积,发现二者差异无显著性意义。因而,为肺气肿的低剂量筛查进一步提供了依据。Wang 等<sup>[25]</sup>曾在低剂量(50 mA)肺癌筛查的过程中,在 7847 人中进行过肺气肿发病率的筛查研究,发现肺气肿的发病率为 2.9%,其中在男性和在老年人中发病率较高,并进一步发现吸烟引起肺气肿发病率增高。随着影像的发展及人们医疗保健水平的提高,未来肺气肿的筛查会引起更多的关注,同时 CT 及定量肺密度分析会在 LVRS 中发挥举足轻重的作用。

#### 参考文献:

- [1] Snider GL, Kleinerman J, Thurlbeck WM, et al. The Definition of Emphysema. Report of a National Heart, Lung and Blood Institute, Division of Lung Diseases Workshop[J]. Am Rev Respir Dis, 1985, 132(1):182-185.
- [2] Desai SR, Wells AU, Rubens MB, et al. Traction Bronchiectasis in Cryptogenic Fibrosing Alveolitis: Associated Computed Tomographic Features and Physiological Significance[J]. Eur Radiol, 2003, 13(8):1801-1808.
- [3] Sashidhar K, Gulatiet M, Gupta D, et al. Emphysema in Heavy Smokers with Normal Chest Radiography: Detection and Quantification by HRCT[J]. Acta Radiologica, 2002, 43(1):60-65.
- [4] Gurney JW. Pathophysiology of Obstructive Airways Disease[J]. Radiol Clin North Am, 1998, 36(1):15-27.
- [5] Remy-Jardin M, Edme JL, Boulenguez C, et al. Longitudinal Follow-up Study of Smoker's Lung with Thin-section CT in Correlation with Pulmonary Function Tests[J]. Radiology, 2002, 222(1):261-270.
- [6] Satoh K, Kobayashi T, Misao T, et al. CT Assessment of Subtypes of Pulmonary Emphysema in Smokers[J]. Chest, 2001, 120(3):725-729.
- [7] Guest PJ, Hansell DM. High Resolution Computed Tomography (HRCT) in Emphysema Associated with Alpha-1-antitrypsin Deficiency[J]. Clin Radiol, 1992, 45(4):260-266.
- [8] Malinen A, Erkinjuntti-Pekkanen R, Partanen K, et al. Reproducibility of Scoring Emphysema by HRCT: Comparison of Visual Interpretation Methods with Pulmonary Function Tests Among Farmer's Lung Patients[J]. Acta Radiologica, 2002, 43(1):54-59.
- [9] Gevenois PA, de Maerterlaer V, de Vuyst P, et al. Comparison of Computed Density and Macroscopic Morphometry in Pulmonary Emphysema[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1995, 152(2):653.
- [10] Gevenois PA, De Vuyst P, Sy M, et al. Pulmonary Emphysema: Quantitative CT During Expiration[J]. Radiology, 1996, 199(3):825-829.
- [11] Muller NL, Staples CA, Miller RR, et al. "Density mask" An Objective Method to Quantitate Emphysema Using Computed Tomography[J]. Chest, 1988, 94(4):782-787.
- [12] Schoepf UJ, Bruening RD, Chen H, et al. Multislice Helical CT of Focal and Diffuse Disease: Comprehensive Diagnosis with Reconstruction of Contiguous and High-resolution CT Sections from a Single Thin-collimation Scan[J]. AJR, 2001, 177(1):179-184.
- [13] Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D, et al. Diffuse Infiltrative Lung Disease: Clinical Value of Sliding-thin-slab Maximum Intensity Projection CT Scans in the Detection of Mild Micronodular Patterns[J]. Radiology, 1996, 200(2):333-339.
- [14] Hunsaker AR. Multidetector-row CT and Interstitial Lung Disease[J]. Semin Roentgenol, 2003, 38(2):176-185.
- [15] Chooi WK, Matthew S, Bull MJ, et al. Multislice Helical CT: the Value of Multiplanar Image Reconstruction in Assessment of the Bronchi and Small Airways Disease[J]. Br J Radiol, 2003, 76(908):536-540.
- [16] Cederlund K, Bergstrand L, Hogberg S, et al. Visual Grading of Emphysema Severity in Candidates for Lung Volume Reduction Surgery: Comparison Between HRCT, Spiral CT and "Density-masked" Images[J]. Acta Radiologica, 2002, 43(1):48-53.
- [17] Cederlund K, Bergstrand L, Hogberg S, et al. Visual Classification of Emphysema Heterogeneity Compared with Objective Measurements: HRCT vs Spiral CT in Candidates for Lung Volume Reduction Surgery[J]. Eur Radiol, 2002, 12(5):1045-1051.
- [18] Cederlund K, Tyles U, Jorfeldt L, et al. Classification of Emphysema in Candidates for Lung Volume Reduction Surgery: a New Objective and Surgically Oriented Model for Describing CT Severity and Heterogeneity[J]. Chest, 2002, 122(2):590-596.
- [19] Flaherty KR, Kazerooni EA, Curtis JL, et al. Short-term and Long-term Outcomes after Bilateral Lung Volume Reduction Surgery: Prediction by Quantitative CT[J]. Chest, 2001, 119(5):1337-1346.
- [20] Rogers RM, Coxson HO, Sciurba FC, et al. Preoperative Severity of Emphysema Predictive of Improvement after Lung Volume Reduction Surgery: Use of CT Morphometry[J]. Chest, 2000, 118(5):1240-1247.
- [21] Stolk J, Dirksen A, van der Lugt A, et al. Repeatability of Lung Density Measurements with Low-dose Computed Tomography in Subjects with  $\alpha$ -1-antitrypsin Deficiency-associated Emphysema[J]. Invest Radiology, 2001, 36(11):648-651.
- [22] Dirksen A, Friis M, Olesen KP, et al. Progress of Emphysema in Severe Alpha 1-antitrypsin Deficiency as Assessed by Annual CT[J]. Acta Radiol, 1997, 38(5):826-832.
- [23] Orlandi I, Moroni C, Camiciottoli G, et al. Spirometric-Gated Computed Tomography Quantitative Evaluation of Lung Emphysema in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a Comparison of Techniques[J]. J Comput Assist Tomogr, 2004, 28(4):437-442.
- [24] Zompatori M, Fasano L, Mazzoli M, et al. Spiral CT Evaluation of Pulmonary Emphysema Using a low-dose Technique[J]. Radiol Med, 2002, 104(1-2):13-24.
- [25] Wang Q, Takashima S, Wang JC, et al. Prevalence of Emphysema in Individuals who Underwent Screening CT for Lung Cancer in Nagano Prefecture of Japan[J]. Respiration, 2001, 68(4):352-356.