论著

文章编号:1000-5404(2005)09-0922-03

多层螺旋CT肺容积评估及其与肺功能的相关性研究

陈 垦,邹利光 (第三军医大学新桥医院放射科,重庆 400037)

提 要: 目的 探讨MSCT结合三维后处理肺容积评估的价值,并分析其与肺功能试验(PFT)指标的关系。**方法** 正常对照组34例,肺气肿组26例,均在3 d内完成PFT及CT检查。采用GE Light speed 16层螺旋CT,于深吸气末和深呼气末分别扫描全肺,AW4.2工作站中肺定量分析软件测定不同呼吸时相全肺容积及区间A(-1023 Hu~-900 Hu)体素指数(VI_A)。**结果** CT肺容积指标中,最大呼气末容积(Vex)与残气量(RV)($r=0.908$)、最大吸气末容积(Vin)与肺总量(TLC)($r=0.897$)的相关性最好,容积差(Vin-Vex)与用力肺活量(FVC)、容积比(Vin/Vex)与残气量及肺总量比(RV/TLC),VI_Ain与TLC,VI_Aex与RV也存在着较好的相关性。**结论** MSCT肺容积指标与PFT有很好的相关性,可以用于肺功能状况的评估。

关键词: 多层螺旋CT;肺容积;肺功能试验;三维

中图法分类号: R332.2; R814.42 **文献标识码**: A

Assessment of lung volume using multi-slice spiral CT and comparison with pulmonary function test

CHEN Ken, ZOU Li-guang (Department of Radiology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To explore the value of multi-slice spiral CT (MSCT) with three dimensional (3D) post-processing for assessing the lung volume and compare it with pulmonary function test (PFT). **Methods** In 60 cases, there were 34 healthy controls and 26 patients with emphysema. CT scan and PFT were performed within 3 d in all case. The total lung was respectively scanned at the end of full inspiration and full expiration, using GE Light-speed 16 slices spiral CT. The total lung volumes and voxel index (VI) at threshold range of -1023 Hu to -900 Hu were measured by pulmonary quantitative software of AW4.2 workstation. **Results** The full expiration volume(Vex) significantly correlated with residual volume(RV) ($r=0.908$) as well as the full inspiration volume (Vin) with total lung capacity (TLC) ($r=0.897$). The value of (Vin-Vex) well correlated with forced vital capacity(FVC), as well as Vex/Vin with RV/TLC, VI_Ain with TLC, VI_Aex with RV. **Conclusion** Significant correlation of lung volume accessed by MSCT with 3D technique with PFT is useful for assessing the pulmonary function.

Key words: multi-slice spiral CT; lung volume; pulmonary function test; three-dimension

肺功能试验(pulmonary function test, PFT)是目前测定肺容积的金标准。关于CT测定肺容积的研究[1~3]也有不少报道,早期CT因扫描速度较慢及后处理软件不成熟,其结果有一定的局限。多层螺旋CT的应用及后处理软件的发展,使测定肺容积变得简便、准确[4,5]。本研究采用16层螺旋CT扫描结合域值限定图像分割技术及表面遮盖显示(shaded surface display, SSD)三维后处理技术,通过自动肺容积测定软件来测定肺容积指标,与PFT指标进行相关性研究,并对比分析正常及肺气肿各CT肺容积指标,探讨MSCT肺容积指标的应用价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

本研究严格除外因胸廓畸形、大面积肺部感染、大量胸水、肺内实质性病灶直径大于4 cm等影响肺功能的疾病。收集我院2005年1-3月接受CT肺容积测定及PFT检查的患者共60例,两项检查间隔时间最多3 d,受试者年龄18~84岁,平均57岁,男性36例,女性24例。

1.2 MSCT扫描及三维后处理

采用美国GE公司Light speed 16型16层螺旋CT成像系统,扫描前认真训练受试者深吸气末及深呼气末屏气,受试者取仰卧位,双手抱头,头先进扫描体位,不使用对比剂,分别于深吸气末及深呼气末由肺底至肺尖扫描。扫描参数:120 kV,120 mA,进床速度13.75 mm/rot,旋转速度0.5/rot,探测器16排,螺距1.375:1,层厚1.25 mm,间隔1.25 mm,标准算法重建。

作者简介:陈 垦(1971-),男,重庆市长寿县人,硕士研究生,主治医师,讲师,主要从事消化系统疾病及介入诊疗方面的研究。电话:(023)68774676,E-mail: ckywr@163.com

通讯作者:邹利光,电话:(023)68774678

收稿日期:2005-01-10;修回日期:2005-04-13

使用 AW4.2 工作站软件进行三维后处理及肺容积自动测量，成像域值上限设为 -300 Hu，SSD 用于三维肺模型（three dimensional lung model，3D-lung）显示，多方位旋转观察 3D-lung，手工切除与其相连的含气管腔进行图像校正。测定下列肺容积指标：深吸气末肺容积（Vin）及区间 A（-1023 ~ -900 Hu）体素指数（voxel index in region A，VI_Ain）、深呼气末肺容积（Vex）及区间 A 体素指数（VI_Aex），并计算容积差（Vin - Vex）和容积比（Vin/Vex）。

1.3　肺功能试验

采用美国 Sensor Medics 公司的 Vmax Series V6200 Autobox 肺功能测量仪。测定的主要指标是肺总量（TLC）、残气量（RV）、用力肺活量（FVC）、残气量与肺总量百分比（RV/TLC）、第 1 秒用力呼气量与用力肺活量百分比（FEV1/FVC），检测时受试者取坐位。

1.4　肺气肿诊断标准

CT 形态学诊断标准[6]：肺实质密度减低，肺血管减少、断裂或无血管区，可合并肺大泡。

PFT 诊断标准[7]：FEV1/FVC < 70%，RV/TLC > 40%。

1.5　统计学处理

数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示，使用 SPSS 11.0 统计软件进行统计学分析，对正常及肺气肿两组的 MSCT 肺容积指标进行独立样本的 t 检验对比分析，用 Spearman 相关分析法检验 MSCT 肺容积指标与 PFT 容积指标的相关性。

2　结果

2.1　MSCT 形态学及 PFT 诊断结果

本组 60 例受试者中 CT 形态学诊断正常对照组共 34 例，男性 14 例，女性 20 例，平均年龄 52.9 岁。肺气肿组 26 例，男性 22 例，女性 4 例，平均年龄 62.4 岁。PFT 诊断正常组 41 例，男性 19 例，女性 22 例，平均年龄 55 岁，肺气肿组 19 例，男性 17 例，女性 2 例，平均年龄 62 岁。

2.2　MSCT 肺容积指标及 PFT 指标

结果见表 1。

表 1　MSCT 肺容积指标测定结果（$\bar{x} \pm s$）

Tab 1　Lung volume by MSCT and PFT index（$\bar{x} \pm s$）

Test index	Total	Non-emphysema	Emphysema	t
Vin(L)	4.39 ± 1.12	3.93 ± 0.89	5.04 ± 1.07	3.741**
Vex(L)	3.34 ± 1.15	2.82 ± 0.82	4.31 ± 0.98	6.815**
Vin - Vex(L)	0.95 ± 0.65	1.11 ± 0.66	0.73 ± 0.59	3.541*
Vex/Vin(%)	78.01 ± 14.77	72.17 ± 14.72	86.18 ± 10.51	5.198**
VI_Ain(%)	23.78 ± 16.30	17.31 ± 14.18	32.84 ± 14.88	2.741*
VI_Aex(%)	11.16 ± 13.67	3.48 ± 2.26	21.91 ± 15.68	6.055**
TLC(L)	5.60 ± 1.13	5.25 ± 1.07	6.09 ± 1.04	3.010**
RV(L)	2.74 ± 1.16	2.15 ± 0.68	3.57 ± 1.19	5.869**
FVC(L)	2.86 ± 0.94	3.1 ± 0.85	2.51 ± 0.96	2.499*
RV/TLC(%)	48.33 ± 14.84	41.11 ± 10.00	58.44 ± 14.73	5.431**
FEV1(L)	2.12 ± 0.93	2.47 ± 0.75	1.63 ± 0.94	3.872**
FEV1/FVC(%)	71.65 ± 15.17	79.17 ± 6.5	61.12 ± 17.54	5.589**

*：$P < 0.05$，**：$P < 0.01$

2.3　MSCT 肺容积指标与 PFT 指标相关性分析

结果见表 2。

表 2　MSCT 肺容积指标与 PFT 指标相关性分析

Tab 2　The correlation analysis between lung volume index by MSCT and PFT index

	FVC	FEV1	FEV1/FVC	TLC	RV	RV/TLC
Vin	0.140	-0.024	-0.422*	0.897**	0.761**	0.423*
Vex	-0.240	-0.368*	-0.606**	0.732**	0.908**	0.720**
Vin - Vex	0.660**	0.609*	0.355*	0.229	-0.311*	-0.552*
Vex/Vin	-0.542*	-0.556**	-0.450*	0.077	0.514**	0.650**
VI_Ain	0.042	-0.104	-0.419*	0.574**	0.525**	0.307*
VI_Aex	-0.475*	-0.621*	-0.796*	0.437**	0.811**	0.742**

*：$P < 0.05$，**：$P < 0.01$

3　讨论

3.1　CT 肺容积测定与 MSCT 及三维后处理技术

MSCT 特别是 16 层螺旋 CT 的应用，全肺扫描仅需 10 s 左右，大多数患者均能顺利完成扫描，减少了运动伪影的罚生。而容积扫描方式的采用，使得到的原始数据更为精确，并能以任意层厚及重建方式进行图像重建，高质量扫描图像获得，提高了定量数据的准确性。

CT 肺容积测定中三维后处理关键技术是从扫描图像中将肺组织与其它组织分割开，目前常用的图像分割技术常用有自动边缘检测、域值限定、种子限域生长等[1,4]。本研究中使用了域值限定分割技术，肺 CT 值与周围组织 CT 值差异较大，通过域值限定分割能较好地分离出肺组织。SSD 3D-lung 的直观显示，便于发现未能分割的组织并对其手工校正，保证被测目标物体的单一性以提高定量数据的准确性。图像分离及 SSD 3D-lung 的建模和校正，完整提取了全肺的几何信息，肺容积的测量通过包含在 3D-lung 中的体素总数乘每个体素体积得到，这种方法优于传统基于二维图像获得体积的方法，即通过叠加每层面体积（每层面面积乘层厚）得到全肺体积，其测量的准确性得到了提高。然而域值限定分割技术在分割肺组织与周围组织的同时，肺内部分组织亦被分割，其获得的测值与其它方法将有所不同，而域值范围的设定也将引起测值的改变，在进行数据分析和相互比较时值得关注。

3.2　MSCT 肺容积与 PFT 指标的比较分析

MSCT 肺容积与 PFT 指标相关性分析显示，Vex 与 RV 的相关性最佳（$r = 0.908$），与文献[5]中的 0.88 基本相仿。本组 Vex 高于 RV 约 0.6 L，考虑是由于域值限定图像分割技术及多数受试者并没有真正做到深呼气状态使 Vex 测值相对较低导致。

Vin 相当于 TLC（$r = 0.897$），根据报道成人的 TLC 高于 Vin 约 0.73 L[5]，本组研究结果偏高，分析 TLC 较

高原因有:①域值限定图像分割使用导致 Vin 减低;②CT 检查时为仰卧位,而 PFT 检查时为坐位,文献报道[5]仰卧位时 TLC 约减少 500 ml;③CT 扫描时很难做到完全深吸气状态。

Vin - Vex 与 Vex/Vin 理论上类似 PFT 中的 FVC 及 RV/TLC,但本组病例显示 Vin - Vex 与 FVC(r = 0.660)、Vex/Vin 与 RV/TLC 的相关性稍差(r = 0.650),体素指数 VI 定义为某域值区间部分肺容积占全肺容积的百分比,VI_A 即为区间 A 的部分肺容积(V_A)与全肺容积百分比,深吸气末区间 A 部分肺容积($V_A$in)由正常充气肺泡、病理性积气构成,其中正常充气肺泡所占比例较大,无肺气肿深呼气末区间 A 部分肺容积($V_A$ex)主要由呼气末肺内残留气体构成,肺气肿时主要由病理性积气构成,结合上述 VI_A 定义,不难理解 VI_Ain 与 TLC 相关而 VI_Aex 与 RV 相关。

3.3 肺气肿 CT 肺容积指标特点

肺气肿病理特征为异常的持久性远端终末细支气管腔扩大,伴弹性收缩功能下降,扩大的肺泡腔破裂相互融合可形成肺大泡。PFT 检查的特点[7]:TLC 增加,RV 增加,其中 RV 的增加明显高于 TLC,故 RV/TLC 也明显增高。本组肺气肿患者 CT 肺容积指标 Vin、Vex、Vex/Vin 均有明显升高,与 PFT 容积指标的特点表现一致。

对比分析正常组及肺气肿组所有 CT 肺容积指标显示,两组的 VI_Aex 相差极其显著,肺气肿组 VI_Aex 在数量上是正常组的 6 倍多,其余指标最大也未超过 2 倍,显示 VI_Aex 这一容积指标在肺气肿诊断中较其它 CT 肺容积指标敏感,究其原因,肺气肿时 VAex 主要由病理积气构成,而 VI_Aex 是一个部分与整体容积百分比,从某种程度上消除了身高、体型的影响,因而 VI_Aex 相对于其它 CT 肺容积指标而言,更能较为准确反应病理性积气,其诊断敏感性更高。

综上所述,MSCT 结合域值限定、SSD 3D-lung 建模等三维后处理技术使得 CT 肺容积测定便捷、准确、可重复性高,MSCT 肺容积指标与 PFT 的容积指标有很好的相关性,且在肺气肿患者中具有特征性的改变,MSCT 结合三维后处理技术能够评估肺功能状况。

参考文献:

[1] 王鸣鹏. CT 检查技术学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2004. 135 - 150.

[2] 张伟宏, 刘玉清, 牟文斌, 等. CT 肺功能成像技术研究[J]. 中华放射学杂志, 2001, 35(11): 832 - 836.

[3] 杨 明, 潘纪戍, 陈起航, 等. 慢性阻塞性肺部疾病的电子束 CT 动态扫描[J]. 中华放射学杂志, 1998, 32(2): 76 - 81.

[4] Akahaka A, Yomashita Y, Nakayama Y, *et al*. Assessment of lung volumes in pulmonary emphysema using multidetector helical CT: comparison with pulmonary function tests[J]. Comput Med Imaging Grap, 2001, 25(5): 399 - 404.

[5] 葛 俊, 张国桢, 滑炎卿, 等. 多层螺旋 CT 肺容积测定与肺功能的对照研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2005, 3(1): 30 - 32.

[6] 王 雯,习家骏,刘荣惠,等. 高分辨力 CT 扫描对阻塞性肺气肿定量诊断价值的研究[J]. 新疆医学院学报, 1996, 19(4): 261 - 263.

[7] 王浩彦. 慢性阻塞性肺疾病诊治规范[J]. 中华临床医生杂志, 2001, 29(4): 21 - 23.

(编辑 陈聪连)

(上接 921 页)

1.72 降至 1.58,无显著差异(P > 0.05)。

其中 5 例出现上腹部疼痛恶心,2 例出现皮疹,对症治疗后缓解,多数患者认为夜间痛和晨起痛仍存在。4 例出现上腹部疼不适,需服用胃粘膜保护剂才能完成治疗过程。平均疼痛分治疗前后无显著差异(P > 0.05)。统计学分析,治疗效果 A 组与 B 组相比差异显著(P < 0.01)。

3 讨论

降钙素是甲状腺内的滤泡旁细胞分泌的一种 32 肽激素,是人体调节骨钙代谢的一种内源性激素,在体内的分泌和储备功能随增龄逐渐下降[1]。降钙素对骨的作用是抑制破骨细胞的活性增生,从而抑制骨吸收,降低骨转换率;直接作用成骨细胞促进骨形式,有效增加骨钙含量,改善骨结构[2]。本组所用的降钙素为人工合成的鲑鱼降钙素,其活性较人降钙素强 40 倍,以小剂量治疗,其骨疼改善的总有效率达 95%,较单纯服钙剂缓解疼痛明显且起效快。降钙素的止痛机制可能与其作用中枢感受区的特异性受体,抑制前列腺素及刺激内源性镇痛物质的 β 内啡肽的释放有关[3]。目前,关于骨质疏松性骨疼的机制尚不明确,一般认为与骨组织机械变形压迫神经、骨钙动员增加及化学因子的异常刺激有关。

本组资料显示:应用鲑鱼降钙素后镇痛总有效率达 95%,疼痛平均分由 1.93 降至 1.06,用药自第 3 天后开始明显起效果。而用葡萄糖酸钙后,疼痛虽然也有减轻,镇痛总有效率仅为 37.5%,无 1 例完全缓解者,疗效明显低于鲑鱼降钙素治疗组。因此,联合应用降钙素和其它药物,同时配合非药物治疗,包括加强营养,补充维生素 A、D、K,经常运动等,对减少老年性骨质疏松症引起的疼痛及其并发症具有一定效果。

关键词:骨质疏松疼痛;降钙素

中图法分类号:R681.05 文献标识码:B

参考文献:

[1] 孟迅吾. 高降钙素血症[A]. 见:史铁繁 主编. 协和内分泌代谢学[M]. 北京:科学出版社, 2000. 1491 - 1492.

[2] 詹志伟, 孟迅吾. 降钙素与原发性骨质疏松症[J]. 国外医学内分泌学分册, 1996, 16: 67 - 69.

[3] 金世鑫, 汪 耀, 沈志卫, 等. 降钙素及其临床应用[A]. 见:刘忠厚 主编. 骨质疏松学[M]. 北京:科学出版社, 1998. 241 - 244.

(编辑 汪勤俭)