

论 著

低剂量宝石能谱CT
测量肺气肿指数、
平均肺密度在评估
肺癌患者肺功能的
价值研究上海交通大学附属胸科医院放射科
(上海 徐汇 200000)

倪其鸣 虞凌明 焦 静

【摘要】目的 探讨宝石能谱CT在评价肺癌患者肺功能中的价值。**方法** 选取我院于2016年6月-2017年6月收治的肺癌患者128例进行研究,进行低剂量宝石能谱CT扫描与肺功能检查,分析CT参数和肺功能参数间的相关性。**结果** 患者肺功能检测TLC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC分别为(5.03±0.80)L、(3.27±0.68)L、(2.25±0.40)L、(68.78±5.91)%。CT后处理参数Vin、Vex、Vin-Vex、EI、MLD分别为(4.55±1.15)L、(2.26±0.80)L、(2.29±0.54)L、(7.01±6.61)%、(-975.43±9.01)HU;患者Vin与TLC呈正相关(r=0.892, P<0.001), Vin-Vex与TLC、FVC、FEV₁呈正相关(r=0.718、0.784、0.747, P均<0.001), EI与FEV₁/FVC呈正相关(r=0.436, P<0.001), MLD与FEV₁呈正相关(r=0.355, P<0.001)。**结论** 宝石能谱CT在不增加患者额外检查项目和检查流程的前提下可以准确测定肺容积、反映肺功能,可作为常规肺功能检测的补充。

【关键词】 宝石能谱CT; 肺癌; 肺功能**【中图分类号】** R322.3+5; R734.2**【文献标识码】** A**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.09.015

通讯作者: 倪其鸣

Evaluation of Lung Function in Lung Cancer Patients By Low Dose Gemstone Energy Spectrum CT

NI Qi-ming, YU Ling-ming, JIAO Jing. Department of Radiology, Chest Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200000, China

[Abstract] Objective To explore the value of gemstone energy spectrum CT in evaluating lung function in patients with lung cancer. **Methods** A total of 128 lung cancer patients admitted to our hospital from June 2016 to June 2017 were selected. Low-dose gemstone energy spectrum CT scan and pulmonary function test were conducted to analyze the correlation between CT parameters and pulmonary function test parameters. **Results** The TLC, FVC, FEV₁ and FEV₁/FVC were respectively (5.03±0.80)L, (3.27±0.68)L, (2.25±0.40)L and (68.78±5.91)%. The CT post-processing parameters Vin, Vex, Vin-Vex, EI, MLD were respectively (4.55±1.15)L, (2.26±0.80)L, (2.29±0.54)L, (7.01±6.61)%, (-975.43±9.01)HU. Vin was positively correlated with TLC (r=0.892, P<0.001), vin-vex was positively correlated with TLC, FVC and FEV₁ (r=0.718, 0.784, 0.747, P<0.001), EI was positively correlated with FEV₁/FVC (r=0.436, P<0.001), and MLD was positively correlated with FEV₁ (r=0.355, P<0.001). **Conclusion** The gemstone energy spectrum CT can accurately measure pulmonary volume and reflect lung function without adding additional examination items and procedures. And it can be used as a supplement to routine pulmonary function test.

[Key words] Gemstone Energy Spectrum CT; Lung Cancer; Lung Function

肺癌是目前发病率最高的恶性肿瘤之一,病情进展迅速,死亡率居高不下^[1-2]。肺癌多发于中老年人群,患者多有吸烟史,或合并慢性阻塞性肺病等肺部疾病,因此检测患者的肺功能对治疗方案的制定与预后评估有重要意义。目前,肺功能检查(pulmonary function test, PFT)是评估患者肺功能的最常用手段,但其在肺癌患者中的应用存在许多不足^[3]。PFT要求患者主动进行快速地吹吸气,但由于肺癌患者常存在咯血症状,或由于身体虚弱及胸部手术无法进行用力呼吸,肺功能检测仪常常无法测得有效数据、或数据无法真实反映患者肺部功能。因此需要一种对患者配合要求较低的技术来反映肺癌患者的肺功能,以弥补肺功能检测仪的缺陷。CT扫描是诊断肺部疾病的常用影像学检查手段,有研究显示^[4],CT不仅可以反映肺部的形态学改变,还能早期提示肺功能的改变。宝石CT能谱扫描模式是近年来开发的新型CT扫描方式,其特点是能以低辐射剂量和低浓度对比剂获得高清晰的图像,在不增加患者额外检查项目和检查流程的前提下、单次扫描、提供多种定量分析方法和反映更多病人信息,有望成为CT精准诊断与安全性统一的新方式^[5]。本研究应用宝石能谱CT对肺癌患者进行扫描与后处理分析,探讨宝石能谱CT在评价肺癌患者肺功能中的价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院于2016年6月~2017年6月收治的肺癌患者128例进行研究,其中男87例,女41例,年龄18~69岁,平均年龄(54.6±12.8)岁。所有患者均经病理活检明确诊断,其中肺鳞状

细胞癌67例,肺腺癌38例,其他23例。临床分期:I期3例,II期10例,III期91例,IV期24例。纳入标准:细胞学检查明确原发性肺癌患者;无远处转移。排除标准:听力或精神障碍,无法配合检查的患者;无法耐受检查的患者;胸廓畸形或有胸部手术史的患者;合并严重心、肝、肾肺功能不全的患者。所有患者均签署知情同意书,且该方案通过本院伦理委员会批准。

1.2 方法 所有患者于入院后接受深呼吸训练,进行低剂量宝石能谱CT扫描与肺功能检查。采用GE Discovery CT750 HD CT进行扫描,患者取仰卧位,双臂举过头顶,选择深吸气末与深呼气末从肺尖至肺底进行扫描。扫描管电压100kV,电流80mA,以层厚5mm、层距5mm。扫描后将原始数据传送至ADW4.6后处理工作站进行图像重建与分析。

PFT测定采用德国耶格MasterScreen PFT System肺功能仪,测量指标包括肺总量(TLC)、用力肺活量(FVC)、第1秒用力呼气容积(FEV1)、一秒率(FEV1/FVC)。

1.3 观察指标 观察患者肺功能指标,应用ADW4.6后处理工作站对图像进行量化分析,获得吸气末容积(Vin)、呼气末容积(Vex)、体积变化百分比(Vin-Vex)、肺气肿指数(EI)和平均肺密度(MLD)。

1.4 统计学分析 所有数据均采用SPSS20.0软件分析。相关

分析采用Pearson法, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 CT扫描与PFT结果 所有患者均顺利完成CT扫描与PFT检查,并得到CT图像(见图1-2)。患者肺功能检测TLC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC分别为 (5.03 ± 0.80) L、 (3.27 ± 0.68) L、 (2.25 ± 0.40) L、 $(68.78\pm5.91)\%$ 。CT后处理参数Vin、Vex、Vin-Vex、EI、MLD分别为 (4.55 ± 1.15) L、 (2.26 ± 0.80) L、 (2.29 ± 0.54) L、 $(7.01\pm6.61)\%$ 、 (-975.43 ± 9.01) HU。

2.2 CT参数和肺功能参数间的相关性 患者Vin与TLC呈正相关($r=0.892$, $P<0.001$), Vin-Vex与TLC、FVC、FEV₁呈正相关($r=0.718$ 、 0.784 、 0.747 , P 均 <0.001), EI与FEV₁/FVC呈正相关($r=0.436$, $P<0.001$), MLD与FEV₁呈正相关($r=0.355$, $P<0.001$), 见表1和见图3-8。

3 讨论

肺癌是目前发病率和死亡率最高的恶性肿瘤之一,随着空气污染和人口老龄化程度的不断加重,近年来肺癌的发病率呈不断升高趋势,研究预计^[6],到2035年,全球肺癌死亡人数将超过300万人/年。肺癌病情发展迅速,早期肺癌以手术治疗为主,晚期肺癌手术效果较差,大多需要

放、化疗综合治疗^[7]。肺功能评价在保障肺癌患者手术、放化疗安全中扮演重要的角色,同时还有助于评估患者治疗后的生活质量^[8-9]。肺癌多发于中老年人群,常合并慢性阻塞性肺病,有研究表明^[10],阻塞性肺功能障碍与肺癌发生发展密切相关。目前,PFT是评价肺功能的最常用手段,但由于肺癌患者的特殊性,PFT评估的肺功能存在一些不足。PFT要求患者在检测时进行快速的用力吸气和用力呼气,而肺癌患者往往身体虚弱,或由于手术等原因呼吸功能受限,无法耐受PFT检测,因此需要一种对患者呼吸功能要求更低的肺功能评估技术。

CT扫描是肺癌诊断和治疗的常规影像学检查手段,可以得到肺部的形态学图像和数据。有研究显示^[11],CT同时还可以对肺功能进行评估,相对PFT有许多优势。PFT原理是通过测定患者呼出或吸入的气体流量来间接判断肺功能,但由于肺的代偿能力很强,轻微的肺组织破坏无法在PFT中得到反映,同时PFT检测还受到口腔、气管内气体的影响,无法准确判断肺内气体容积,而CT可以直接对肺组织进行测量,得到的数据更加真实客观,对微小的肺组织破坏也更为敏感。而CT扫描无需患者进行快速呼吸,对患者身体状况也没有要求,十分适用于病情较重的肺癌患者。既往,由于CT扫描会产生较大的X线辐射剂量,限制了CT的应用,但能谱CT的问世,扫除了这一最后

表1 CT参数和肺功能参数的相关性分析结果

参数	Vin		Vex		Vin-Vex		EI		MLD	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
TLC	0.892	<0.001	0.316	0.411	0.718	<0.001	0.135	0.130	0.127	0.153
FVC	0.650	0.576	-0.232	0.540	0.784	<0.001	-0.099	0.267	0.203	0.321
FEV1	0.576	0.525	-0.299	0.431	0.747	<0.001	0.257	0.143	0.355	<0.001
FEV1/FVC	-0.081	0.362	-0.114	0.201	-0.017	0.848	0.436	<0.001	0.188	0.433

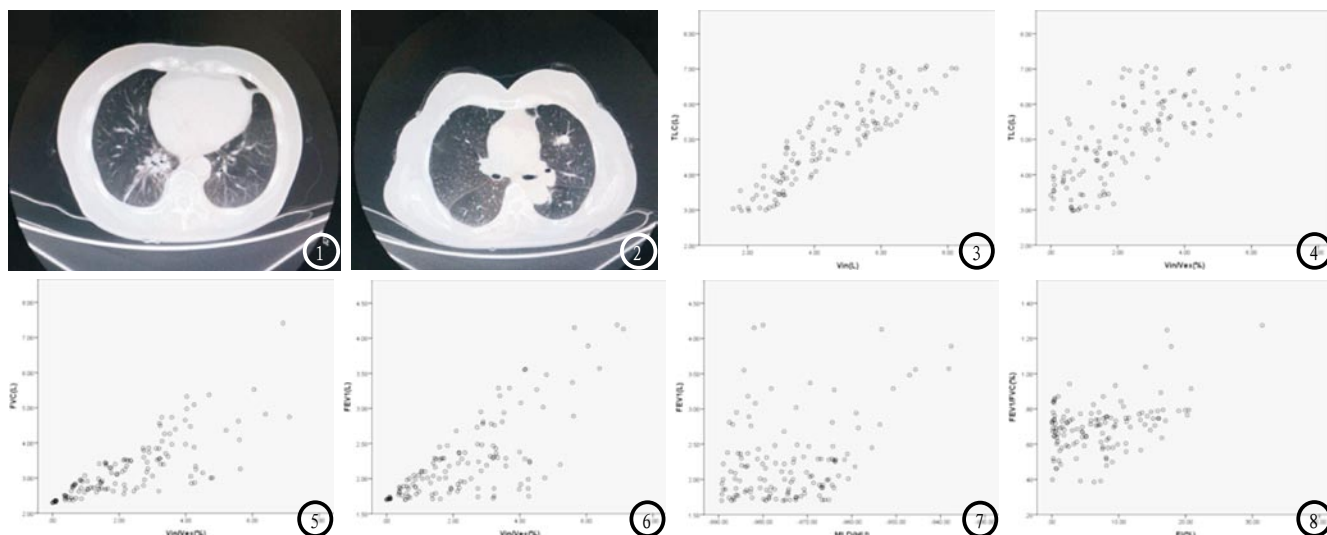


图1-2 宝石能谱CT图像。图3-8 CT参数和肺功能参数散点图。

的障碍。宝石能谱CT以宝石作为探测器材料，由原来的混合能量成像变为单能量谱成像，放大了传统CT成像的细节，能够提供更多的参数用于分析。相对于常规CT，宝石能谱CT动态测量更为精准，清晰度更高，由于自适应统计迭代重建技术的应用，降噪能力显著提升，可以有效改善图像质量，使得较低辐射剂量扫描即可得到高质量的图像，实现了高清晰度与低剂量的完美结合。

本研究结果显示，CT测得吸气末容积与肺总量呈正相关，而CT测得吸气末和呼气末肺容量差与用力肺活量相关性最高，说明CT定量分析评估肺功能具有较高的准确性，既往也有学者应用多层螺旋CT测量COPD患者肺容积与肺运动能力，其结果与PFT检测结果也有显著的相关性^[12]。EI为一定范围内肺气肿容积与肺总容之比，肺通气功能约低，EI越高，可以通过其评估肺气肿程度^[13]。FEV1/FVC是反应阻塞性通气功能障碍的敏感指标^[14]，其值小于60%可诊断为肺气肿，患者EI与FEV1/FVC呈正相关，进一步说明了CT检测EI值可以作为评价肺气肿与肺功能异常的有效手段。MLD指的是肺部一定范围内的平均CT值，主

要由肺通气状况、肺组织密度、血液与血管外液体量决定，可反映肺内空气潴留和呼气性通气功能障碍情况^[15]。本研究中MLD与FEV1呈正相关，说明肺癌患者存在呼气气流受限，导致肺内空气潴留，也说明了利用肺密度对肺通气功能进行评估是可行的。

综上所述，宝石能谱CT可以准确测定肺容积，反映肺功能，作为常规肺功能检测的补充。

参考文献

- [1] Labbe C, Anderson M, Simard S, et al. Wait times for diagnosis and treatment of lung cancer: a single centre experience[J]. *Current Oncology*, 2016, 24(6): 367-373.
- [2] Hsu F, De C A, Anderson D, et al. Patterns of spread and prognostic implications of lung cancer metastasis in an era of driver mutations[J]. *Current Oncology*, 2017, 24(4): 228-233.
- [3] Roux P Y L, Leong T L, Barnett S A, et al. Gallium-68 perfusion positron emission tomography/computed tomography to assess pulmonary function in lung cancer patients undergoing surgery[J]. *Cancer Imaging*, 2016, 16(1): 24-24.
- [4] Nakagawa H, Nagatani Y, Takahashi M, et al. Quantitative CT

analysis of honeycombing area in idiopathic pulmonary fibrosis: Correlations with pulmonary function tests. [J]. *European Journal of Radiology*, 2016, 85(1): 125-130.

- [5] 贾永军, 贺太平. 宝石能谱CT 临床应用及研究进展[J]. *实用放射学杂志*, 2016, 32(5): 799-801.
- [6] Didkowska J, Wojciechowska U, Mańczuk M, et al. Lung cancer epidemiology: contemporary and future challenges worldwide[J]. *Ann Transl Med*, 2016, 4(8): 150-150.
- [7] 陈学力, 王战. 宝石能谱CT低剂量扫描对早期肺癌诊断的临床价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2018, 16(3): 30-32.
- [8] Ozeki N, Kawaguchi K, Okasaka T, et al. Marginal pulmonary function is associated with poor short- and long-term outcomes in lung cancer surgery: [J]. *Nagoya Journal of Medical Science*, 2017, 79(1): 37-42.
- [9] 高虹. 术前肺功能锻炼配合术后综合物理疗法对肺癌患者手术后围手术期的影响[J]. *中国肿瘤临床与康复*, 2016(1): 104-106.
- [10] 庞丽坤. COPD与肺癌发病的相关性[J]. *国际呼吸杂志*, 2016, 36(23): 1786-1789.
- [11] 陆海英, 袁泉, 徐隽, 等. 肺功能监测和CT肺功能成像检查结果的相关性分析[J]. *现代生物医学进展*, 2016, 16(34): 6750-6753.
- [12] 暴锐, 鄂林宁, 吴山, 等. MSCT双相扫描定量分析COPD患者小气道重塑与肺功能相关性[J]. *山西医科大学学*

- 报, 2017, 48 (4): 348-351.
- [13] Kim C, Ko Y, Kim S H, et al. Urinary desmosine is associated with emphysema severity and frequent exacerbation in patients with COPD [J]. *Respirology*, 2017, 23 (2): 49-62.
- [14] 张保朋, 王道清, 程留慧. 慢阻肺气肿患者肺通气功能的CT评价[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15 (8): 59-61.
- [15] Sverzellati N, Randi G, Spagnolo P, et al. Increased mean lung density: another independent predictor of lung cancer? [J]. *European Journal of Radiology*, 2013, 82 (8): 1325-1331.
- (本文编辑: 谢婷婷)
- 【收稿日期】 2018-12-05