

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.04.041

64 层螺旋 CT 不同剂量扫描对活动性继发性肺结核患者诊断价值、图像质量和辐射剂量的影响 *

陈 佳¹ 姚碧波^{2△} 万雪琼³ 何 超⁴ 单鑫华⁵

(1 湖南省胸科医院内五科 湖南 长沙 410006; 2 湖南省胸科医院内二科 湖南 长沙 410006;

3 湖南省胸科医院综合科 湖南 长沙 410006; 4 湖南省胸科医院胸外科 湖南 长沙 410006;

5 湖南省胸科医院放射科 湖南 长沙 410006)

摘要 目的:研究 64 层螺旋 CT 不同剂量扫描对活动性继发性肺结核患者诊断价值、图像质量和辐射剂量的影响,旨在为临床活动性继发性肺结核患者提供更为安全有效的检查方案。**方法:**将我院从 2018 年 1 月~2020 年 1 月收治的 100 例活动性继发性肺结核患者纳入研究。对所有患者分别进行低剂量(40 mA)以及常规剂量(120 mA)扫描和薄层重建。比较不同剂量扫描的诊断准确率、影像学表现、图像质量以及辐射参数、患者满意度。**结果:**64 层螺旋 CT 低剂量扫描与常规剂量扫描诊断活动性继发性肺结核的准确率分别为 92.00%、93.00%,两者比较差异无统计学意义($P>0.05$)。低剂量扫描及常规剂量扫描在空洞、钙化灶、实变、磨玻璃密度影及树芽征发生率方面对比差异均无统计学意义($P>0.05$)。低剂量扫描及常规剂量扫描在扫描图像质量、薄层重建图像质量方面对比差异均无统计学意义($P>0.05$)。低剂量扫描各项扫描辐射参数均低于常规剂量扫描,差异有统计学意义($P<0.05$)。低剂量扫描的患者满意度高于常规剂量扫描的患者($P<0.05$)。**结论:**64 层螺旋 CT 不同剂量扫描对活动性继发性肺结核患者的诊断价值及生成的图像质量相近,但低剂量扫描可有效降低辐射剂量,从而在一定程度上增加扫描的安全性,使患者满意度提升。

关键词:活动性继发性肺结核;64 层螺旋 CT;诊断价值;图像质量;辐射剂量

中图分类号:R521;R445 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2021)04-789-04

Effect of Different Dose of 64-slice Spiral CT Scanning on Diagnostic Value, Image Quality and Radiation Dose of Active Secondary Pulmonary Tuberculosis*

CHEN Jia¹, YAO Bi-bo^{2△}, WAN Xue-qiong³, HE Chao⁴, SHAN Xin-hua⁵

(1 Fifth Department of Internal Medicine, Hunan Chest Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China; 2 Second Department of Internal Medicine, Hunan Chest Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China; 3 Department of Integrated, Hunan Chest Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China; 4 Department of Thoracic Surgery, Hunan Chest Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China; 5 Department of Radiology, Hunan Chest Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China)

ABSTRACT Objective: To study the effect of different dose of 64-slice spiral CT scanning on the diagnostic value, image quality and radiation dose of active secondary pulmonary tuberculosis patients, in order to provide a more safe and effective examination scheme for clinical active secondary pulmonary tuberculosis patients. **Methods:** 100 active secondary pulmonary tuberculosis patients who were admitted to our hospital from January 2018 to January 2020 were included in the study. All subjects underwent low dose (40 mA) and conventional dose (120 mA) scanning and thin layer reconstruction. The diagnostic accuracy, imaging findings, image quality and radiation parameters of different dose scans and patient satisfaction were compared. **Results:** The accuracy of 64-slice spiral CT low-dose scan and conventional dose scan in the diagnosis of active secondary tuberculosis were 92.00% and 93.00%, respectively, with no significant difference ($P>0.05$). There were no significant differences in the incidence of cavities, calcification foci, consolidation, ground glass density shadows and tree buds between low dose and conventional dose scanning ($P>0.05$). There were no statistically significant differences between low-dose and conventional dose scanning in scanning image quality and thin-layer reconstruction image quality ($P>0.05$). All scanning radiation parameters of low-dose scan were lower than those of conventional dose scan, with significant difference ($P<0.05$). The satisfaction of patients in the low-dose scan group was higher than that in the conventional dose scan group ($P<0.05$). **Conclusion:** The diagnostic value and image quality of the patients with active secondary pulmonary tuberculosis were similar in 64-slice spiral CT scanning with different doses, but the radiation dose could be effectively reduced by low-dose scanning, thus increasing the scanning

* 基金项目:湖南省卫生计生委科研计划项目(C2017068)

作者简介:陈佳(1985-),女,本科,主治医师,研究方向:呼吸系统疾病、结核病诊治,E-mail: ccjiaaa@163.com

△ 通讯作者:姚碧波(1982-),男,本科,副主任医师,研究方向:结核病与呼吸系统疾病,E-mail: 13187092188@139.com

(收稿日期:2020-08-06 接受日期:2020-08-28)

safety to a certain extent, and improve the patient satisfaction.

Key words: Active secondary tuberculosis; 64-slice spiral CT; Diagnostic value; Image quality; Radiation dose

Chinese Library Classification(CLC): R521; R445 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)04-789-04

前言

活动性继发性肺结核主要是指患者的原发性肺结核出现第2次的感染或是再活动症状,病变多发生在下叶背、上叶背以及后段,临床表现以及影像表现呈多样性^[1,2]。传统的X线技术应用于该病患者诊断中,难以有效显示相对较小的空洞、磨玻璃样变与(支)气管的病变细节,加之病变区域较小,无法实现对该病患者的确切诊断,更难以评价治疗疗效,往往需要多次复查以明确病情变化情况,从而使得患者受到较大的辐射剂量,可能导致相关不良反应的发生,因此传统X线技术存在一定的局限性^[3,4]。随着近年来医疗技术的迅猛进步,64层螺旋CT因具有无创成像以及成像速度较快等特点在临床上得到广泛的应用^[5]。相较于传统X线技术而言,64层螺旋CT可实现针对病变区域的逐层解析,提升对病变部位的显示能力,特别是对于处于隐蔽部位的病变诊断能力较为突出^[6,7],但关于64层螺旋CT不同剂量扫描应用于该病患者诊断中的相关研究较少。鉴于此,本文通过研究64层螺旋CT不同剂量扫描对活动性继发性肺结核患者诊断价值、图像质量和辐射剂量的影响,旨在为临床活动性继发性肺结核患者提供一种行之有效的扫描方案,从而更好地服务于临床诊疗工作,现作以下报道。

1 对象与方法

1.1 一般资料

将我院从2018年1月~2020年1月收治的100例活动性继发性肺结核患者纳入研究。其中男女人数分别为56例,44例;年龄范围33~65岁,平均年龄(52.34±8.22)岁;体重51~77 kg,平均体重(60.32±5.36)kg;受教育程度:初中及初中以下40例,高中或中专28例,大专或大学25例,大学以上7例。纳入标准:(1)所有患者均和《肺结核的诊断和治疗指南》^[8]中所制定的活动性继发性肺结核相关诊断标准相符;(2)年龄>18岁;(3)入组前并未接受相关治疗。排除标准:(1)存在恶性肿瘤者;(2)精神异常者;(3)同时参与其他研究者。所有患者均在知情同意书上签字,本研究获批于医院伦理委员会。

1.2 研究方法

(1)64层螺旋CT扫描:所有患者均进行64层螺旋CT诊断,使用仪器为GE公司的BrightSpeed型64层CT机,依次完成常规及低剂量的扫描。检查前要求患者将随身佩戴的所有金

属饰品均摘除,且均取其仰卧位,将其双手置于头顶,进行从肺尖至其横隔面的常规连续扫描。要求患者在诊断时先深呼吸而后屏气。其中参数如下:纵膈窗宽为250~350 HU,窗位30~50 Hu,肺窗宽为1500~2000 Hu,窗位-450~600 Hu,层厚均为5 mm。其中常规剂量扫描设置电流为120 mA,低剂量扫描时设置电流为40 mA。(2)图像分析:针对检查出病变的患者予以1.25 mm薄层重建,随后采用MPR对图像实施2/3D处理。所有CT扫描结果均由医院2名经验丰富的影像科医师通过双盲法完成判定,对于判定结果不一致的病例通过讨论,最后达成一致意见。

1.3 观察指标

比较64层螺旋CT不同剂量扫描诊断活动性继发性肺结核的准确率、影像学表现、图像质量以及辐射参数、患者满意度。其中影像学表现主要包括空洞、钙化灶、实变、磨玻璃密度影及树芽征。图像质量的判定标准如下^[9]:(1)优:肺窗可清晰地呈现出肺内的病变和双肺的纹理,且纵膈窗可清晰显示纵膈中的有关病变层次和组织结构,不存在伪影;(2)良:肺窗可较为清晰地呈现出肺内病变和双肺纹理,且纵膈窗可较清晰呈现纵膈内的病变层次和组织结构,存在少量伪影,但不会对诊断产生负面影响;(3)差:肺窗图像较模糊,且纵膈窗存在明显伪影,影响诊断。辐射参数主要包括辐射有效剂量(Effective dose, ED)、剂量长度乘积(Dose-length product, DLP)以及容积CT剂量的指数(CT dose index volume, CTDIvol)。以自制满意度评估量表完成对患者满意度的判定,量表总分0~100分,得分81~100分记作十分满意,得分60~80分记作满意,得分<60分记作不满意,满意度=十分满意率+满意率。

1.4 统计学处理

数据分析通过SPSS 22.0软件实现。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行t检验。计数资料以例数及率表示,行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同剂量扫描诊断准确率对比

以病理学诊断结果为参考,64层螺旋CT低剂量扫描与常规剂量扫描诊断活动性继发性肺结核准确率分别为92.00%(92/100)、93.00%(93/100),两者比较差异无统计学意义($\chi^2=0.072, P=0.788$),见表1、表2。

表1 64层螺旋CT低剂量扫描诊断结果分析[例(%)]

Table 1 Analysis of low dose scanning diagnosis of 64 slice spiral CT [n(%)]

Pathological diagnosis	Low dose scanning		Total
	Positive	Negative	
Positive	92	8	100
Negative	0	0	0
Total	92	8	100

表 2 64 层螺旋 CT 常规剂量扫描诊断结果分析 [例(%)]

Table 2 Analysis of conventional dose scanning diagnosis of 64 slice spiral CT [n(%)]

Pathological diagnosis	Conventional dose scanning		Total
	Positive	Negative	
Positive	93	7	100
Negative	0	0	0
Total	93	7	100

2.2 不同剂量扫描影像学表现对比

影及树芽征的检出率方面对比差异无统计学意义 ($P>0.05$),

低剂量及常规剂量扫描在空洞、钙化灶、实变、磨玻璃密度 见表 3。

表 3 不同剂量扫描影像学表现对比 [例(%)]

Table 3 Comparison of imaging findings at different doses [n(%)]

Scanning dose	n	Cavity	Calcifications	Consolidation	Ground glass density shadow	Tree-in-bud
Low dose scanning	100	68(68.00)	33(33.00)	91(91.00)	61(61.00)	83(83.00)
Conventional dose scanning	100	66(66.00)	30(30.00)	92(92.00)	63(63.00)	79(79.00)
χ^2	-	0.090	0.209	0.064	0.085	0.520
P	-	0.764	0.648	0.800	0.771	0.471

2.3 不同剂量扫描图像质量评价

量方面对比差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。

低剂量及常规剂量扫描在扫描图像质量、薄层重建图像质

表 4 不同剂量扫描图像质量评价 [例(%)]

Table 4 Quality evaluation of scanning images at different doses [n(%)]

Scanning dose	n	Scanning image quality			Thin layer reconstruction image quality		
		Excellent	Good	Bad	Excellent	Good	Bad
Low dose scanning	100	90(90.00)	8(8.00)	2(2.00)	88(88.00)	10(10.00)	2(2.00)
Conventional dose scanning	100	93(93.00)	6(6.00)	1(1.00)	88(88.00)	9(9.00)	3(3.00)
χ^2	-	0.579	0.307	0.338	0.000	0.058	0.205
P	-	0.447	0.579	0.561	1.000	0.809	0.651

2.4 不同剂量扫描辐射参数评价

$P<0.05$),见表 5。

低剂量扫描各项扫描辐射参数均低于常规剂量扫描 (均

表 5 不同剂量扫描辐射参数评价($\bar{x}\pm s$)Table 5 Evaluation of scanning radiation parameters at different doses ($\bar{x}\pm s$)

Scanning dose	n	ED	DLP	CTDIvol
Low dose scanning	100	1.34 $\pm$ 0.32	63.84 $\pm$ 12.06	1.89 $\pm$ 0.37
Conventional dose scanning	100	5.19 $\pm$ 0.61	211.47 $\pm$ 20.75	7.24 $\pm$ 0.73
t	-	55.891	61.512	65.370
P	-	0.000	0.000	0.000

2.5 两组满意度评价

低剂量扫描的患者满意度高于常规剂量扫描的患者($P<0.05$),
见表 6。

在临床诊疗过程当中,针对活动性继发性肺结核患者,应
进行早期确诊,从而制定具有针对性的综合治疗措施,以改善
患者的症状及体征,进一步提高综合治疗的效果^[10,11]。相关研究
报道显示,活动性继发性肺结核具有发病时隐匿性较强的特点,
当患者出现咳嗽、咯痰带血及乏力盗汗等相关症状时,往往

3 讨论

已处于进展阶段,预后普遍不良,因此,及早确诊对于改善患者的预后而言意义较大^[12-14]。CT 检查存在精准性高、不适感少等优势,目前已被广泛应用于多种疾病的早期筛查以及诊断中,但其仍存在 CT 扫描过程可能会产生伤害性辐射的不足^[15,16]。其中常规剂量的扫描虽然可得到较为满意的检查效果,但其对患者造成的辐射亦不可忽视,可能对其身体健康产生危害^[17,18]。

活动性继发性肺结核患者在临床诊治时常需多次复查,因此,常规剂量的有关扫描可能会影响患者的病情康复^[19]。相关研究报道指出^[20,21],64 层螺旋 CT 诊断活动性继发性肺结核准确率较高,且在临床实际工作中可通过采取低剂量扫描的方式减少患者受到的辐射剂量,继而保证患者免于受到辐射损伤。

表 6 两组满意度评价例(%)

Table 6 Satisfaction evaluation of the two groups [n(%)]

Scanning dose	n	Very satisfied	Satisfied	Unsatisfied	Degree of satisfaction
Low dose scanning	100	55(55.00)	43(43.00)	2(2.00)	98(98.00)
Conventional dose scanning	100	50(50.00)	41(41.00)	9(9.00)	91(91.00)
χ^2	-	-	-	-	4.714
<i>P</i>	-	-	-	-	0.030

本文发现,64 层螺旋 CT 低剂量与常规剂量诊断活动性继发性肺结核的准确率分别为 92.00%、93.00%,两者比较差异不显著($P>0.05$)。宋贵良等人^[22]的研究指出 64 层螺旋 CT 低剂量与常规剂量诊断活动性继发性肺结核的准确率分别为 90.62%、92.18%,与本研究结果相似。表明 64 层螺旋 CT 低剂量扫描对活动性继发性肺结核患者的诊断准确率和常规剂量相当。分析原因,低剂量和常规剂量的 CT 图像均可较为清晰地呈现出肺部结节病灶的形态和大小,边缘和内部结构,及肺部结节病灶与邻近组织之间的界限,从而可为临床诊断提供可靠依据^[23,24]。此外,低剂量及常规剂量的扫描在空洞、钙化灶、实变、磨玻璃密度影及树芽征的检出率方面对比差异不明显($P>0.05$)。这表明了 64 层螺旋 CT 低剂量与常规剂量的扫描应用于活动性继发性肺结核患者中的影像特征表现相似。低剂量扫描具有较高的分辨率,不但可对病变部位进行有效的识别,同时还可对肺结核咽支气管传播途径以及增厚的支气管壁进行较为清晰的显示,进一步提高临床诊断的准确度^[25]。另外,低剂量及常规剂量的扫描在扫描图像质量、薄层重建图像质量方面对比差异均无统计学意义($P>0.05$),低剂量扫描各项扫描辐射参数均低于常规剂量扫描($P<0.05$)。这提示了 64 层螺旋 CT 低剂量扫描可在不降低扫描图像质量的同时,可减少对受检者造成的辐射,进而提高扫描的安全性。考虑其主要原因可能和扫描剂量明显减少有关,进而使 CT 扫描对患者产生的辐射损伤相应降低^[26]。此外,低剂量扫描的患者满意度高于常规剂量扫描的患者。分析其原因,可能是因为低剂量扫描可有效减少患者所接受的辐射,进而降低患者应扫描而产生不适感的概率。本研究也存在一定的不足之处,如本研究所纳入的样本量较少,为了获取更为科学、可靠、准确的数据,应在今后的相关研究中尽量增大样本量,进行多中心对照的研究。

综上所述,64 层螺旋 CT 不同剂量扫描对活动性继发性肺结核患者诊断价值及生成的图像质量相近,但低剂量扫描可明显降低辐射剂量,继而有效提高扫描的安全性,使患者满意度提升,具有一定的临床应用价值。

参 考 文 献(References)

[1] Bullarbo M, Barnisin M, Vukas Radulovic N, et al. Low Prevalence of

Active Tuberculosis among High-Risk Pregnant and Postpartum Women in Sweden: A Retrospective Epidemiological Cohort Study Using and Evaluating TST as Screening Method[J]. Infect Dis Obstet Gynecol, 2018, 13(18): 3153250-3153251

- [2] 吕岩,李成海,谢汝明,等. 初治活动性继发性肺结核的 HRCT 影像研究[J]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2015, 9(5): 643-648
- [3] 李仕琳. 活动性继发性肺结核的影像学分析[J]. 医学信息(中旬刊), 2010, 05(9): 2641-2642
- [4] 袁小记, 马祥兴. 螺旋 CT 低剂量扫描在成人活动性继发性肺结核随访中的价值[J]. 实用放射学杂志, 2014, 29(8): 1302-1305, 1347
- [5] Yan QH, Xu DG, Shen YF, et al. Observation of the effect of targeted therapy of 64-slice spiral CT combined with cryoablation for liver cancer[J]. World J Gastroenterol, 2017, 23(22): 4080-4089
- [6] Chen X, Yang Z, Deng J. Use of 64-Slice Spiral CT Examinations for Hepatocellular Carcinoma (DR LU) [J]. J BUON, 2019, 24 (4): 1435-1440
- [7] Feng XR, Liang LH, Wu JF, et al. 64-Slice spiral double-low CT to evaluate the degree of stenosis and plaque composition in diagnosing coronary artery disease[J]. Exp Ther Med, 2017, 14(4): 3088-3092
- [8] 张培元. 肺结核诊断和治疗指南[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2001, 24 (2): 70-74
- [9] 王秋萍. 结核病影像学诊断学教程 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2018: 213-215
- [10] 李永, 崔书君, 温翠玲. 成人活动性继发性肺结核复查中 640 层容积 CT 低剂量扫描的临床应用 [J]. 国际呼吸杂志, 2017, 37(6): 418-421
- [11] 张跃炳. 52 例痰涂片阴性患者活动性继发性肺结核 CT 诊断分析 [J]. 中国保健营养(下旬刊), 2012, 22(6): 1667-1668
- [12] Cantini F, Lubrano E, Marchesoni A, et al. Latent tuberculosis infection detection and active tuberculosis prevention in patients receiving anti-TNF therapy: an Italian nationwide survey [J]. Int J Rheum Dis, 2016, 19(8): 799-805
- [13] 朱艳艳, 张旭, 柳澄, 等. 成人初治继发性活动性肺结核的计算机断层成像特征分析[J]. 中华传染病杂志, 2020, 38(6): 359-363
- [14] Suzuki Y, Shirai M, Asada K, et al. Utility of Macrophage-activated Marker CD163 for Diagnosis and Prognosis in Pulmonary Tuberculosis [J]. Ann Am Thorac Soc, 2017, 14(1): 57-64

(下转第 763 页)

- [11] 江应聪,程金湘,刘方卉,等.重症肌无力睡眠呼吸障碍的研究进展[J].中华神经科杂志, 2018, 51(5): 398-400
- [12] 王海旭,张晓娟,段晓光,等.ICU 获得性肌无力的诊断与治疗[J].中华急诊医学杂志, 2017, 26(10): 1187-1190
- [13] 龙臣,朱云龙,许俊,等.功能性电刺激对 ICU 获得性肌无力患者康复训练疗效的影响[J].新医学, 2017, 48(2): 104-108
- [14] Mitobe Y, Morishita S, Ohashi K, et al. Skeletal Muscle Index at Intensive Care Unit Admission Is a Predictor of Intensive Care Unit-Acquired Weakness in Patients With Sepsis. *J Clin Med Res*, 2019, 11(12): 834-841
- [15] 陈新国,徐建国. ICU 获得性肌无力的高危因素分析及其对预后的影响[J].浙江医学, 2018, 40(6): 582-585
- [16] 刘蕾,李景辉,刘芙蓉,等. ICU 获得性肌无力病理生理机制的研究进展[J].中华危重症医学杂志(电子版), 2018, 11(2): 133-138
- [17] Jitka, Veldema, Kathrin, et al. Cycle ergometer training vs resistance training in ICU-acquired weakness. [J]. *Acta neurologica Scandinavica*, 2019, 140(1): 62-71
- [18] 王彩虹,秦君玖,贵艳丽. 早期康复训练对机械通气患者 ICU 获得性肌无力的改善效果[J].中国护理管理, 2019, 19(3): 457-461
- [19] Jan, Gunst, Greet, et al. Intensive Care Nutrition and Post-Intensive Care Recovery[J]. *Critical care clinics*, 2018, 34(4): 573-583
- [20] 朱云龙,袁光雄,许俊,等.早期康复训练对严重脓毒症患者 ICU 获得性肌无力的影响[J].内科急危重症杂志, 2016, 22(1): 43-45
- [21] 胡燕,胡晓莹,肖伽,等.早期活动对 ICU 患者身体功能状态影响的 Meta 分析[J].中华危重病急救医学, 2019, 31(4): 458-463
- [22] Avelino C, Verceles, Chris L, et al. A multimodal rehabilitation program for patients with ICU acquired weakness improves ventilator weaning and discharge home [J]. *Journal of critical care*, 2018, 47(6): 204-210
- [23] 张圣宇,张兆波. 重症监护病房获得性肌无力的评估与早期康复干预[J].中国康复医学杂志, 2017, 32(5): 603-606
- [24] 王线妮,袁琰琴,任婷婷,等.重症肌无力患者睡眠质量及影响因素分析[J].中华全科医学, 2019, 17(11): 1812-1814, 1832
- [25] 孙静洁,王琪.小剂量激素联合免疫抑制剂在 I、II 型重症肌无力患者中的疗效观察及对细胞免疫水平的影响研究[J].中国免疫学杂志, 2019, 35(21): 2628-2632
- [26] 冯苏,梁翠娟,潘婧,等.重症肌无力患者细胞和体液免疫指标变化及糖皮质激素治疗的效果[J].临床误诊误治, 2019, 32(7): 72-76
- [27] 黄诗琴,韩蕴丽,刘敏,等.糖皮质激素联合丙种球蛋白或硫唑嘌呤治疗重症肌无力患儿的疗效及对 T 淋巴细胞亚群水平的影响[J].广西医学, 2020, 42(2): 152-155
- [28] 钱春红,陈惠.黄芪葛根汤配合温针灸治疗老年重症肌无力疗效及对 T 淋巴细胞亚群的影响[J].现代中西医结合杂志, 2018, 27(21): 2353-2356

(上接第 792 页)

- [15] Veiga C, Landau D, Devaraj A, et al. Novel CT-Based Objective Imaging Biomarkers of Long-Term Radiation-Induced Lung Damage [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2018, 102(4): 1287-1298
- [16] Mascali M, Sali L. Lung cancer screening with low dose CT and radiation harm-from prediction models to cancer incidence data[J]. *Ann Transl Med*, 2017, 5(17): 360
- [17] De Ruysscher D, Sharifi H, Defraene G, et al. Quantification of radiation-induced lung damage with CT scans: the possible benefit for radiogenomics[J]. *Acta Oncol*, 2013, 52(7): 1405-1410
- [18] Lee KH, Shim YS, Park SH, et al. Comparison of standard-dose and half-dose dual-source abdominopelvic CT scans for evaluation of acute abdominal pain[J]. *Acta Radiol*, 2019, 60(8): 946-954
- [19] 陈国财,易海玲,孙占友,等. 16 层螺旋 CT 低剂量扫描在活动性继发性肺结核复查中的可行性及临床价值 [J]. 现代医用影像学, 2015, 24(1): 1-4
- [20] 郭世钊,贾虎虎,王翔,等. 64 层螺旋 CT 低剂量扫描技术在成人活动性继发性肺结核诊断中的应用价值 [J]. 陕西医学杂志, 2015, 43(9): 1140-1141
- [21] 蒋中灿,陈胜良,刘巍,等. 基于低剂量 CT 扫描在成人继发性肺结核的研究[J]. 重庆医学, 2018, 47(15): 2077-2079, 2082
- [22] 宋贵良. 64 层螺旋 CT 低剂量扫描技术在成人活动性继发性肺结核诊断中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2017, 26(5): 1381-1382
- [23] Capitanio S, Nordin AJ, Noraini AR, et al. PET/CT in nononcological lung diseases: current applications and future perspectives [J]. *Eur Respir Rev*, 2016, 25(141): 247-258
- [24] Weon C, Kim M, Park CM, et al. Real-time respiratory phase matching between 2D fluoroscopic images and 3D CT images for precise percutaneous lung biopsy[J]. *Med Phys*, 2017, 44(11): 5824-5834
- [25] 程海平,官瑾,陈兵. 64 层螺旋 CT 不同低剂量扫描在肺部疾病中的运用[J]. 山西医药杂志(下半月版), 2011, 40(24): 1214
- [26] Yun SJ, Ryu CW, Choi NY, et al. Comparison of Low- and Standard-Dose CT for the Diagnosis of Acute Appendicitis: A Meta-Analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2017, 208(6): W198-W207