

论著

双源CT双能量成像 在肺动脉栓塞诊断 中的应用

广东省高州市人民医院放射科CT室
(广东 高州 525200)

彭可雨 阮 兵 梁汉欢
张 洪 梁 艳

【摘要】目的 探讨双源CT双能量成像在肺动脉栓塞诊断中的应用价值。**方法** 收集在我院使用双源CT双能量肺动脉成像检查的26例临床资料进行分析，探讨双源CT双能量肺动脉成像(DEPI)在肺动脉栓塞中的应用价值。**结果** 在肺叶基础上，DEPI与CTPA检出血管栓塞的符合率为96.30%；在肺段的基础上，DEPI与CTPA检出血管栓塞的符合率为90.57%。当段、亚段肺动脉栓塞充盈缺损完全时，DEPI表现为肺段或亚段分布灌注缺损，当部分充盈缺损时，DEPI以灌注降低为主，少数表现为无灌注缺损；利用DEPI诊断PE的敏感性96.30%(52/54)，特异性100%。**结论** DEPI表现与CTPA肺动脉栓塞程度、部位有关，两者联合应用有助于提高肺动脉栓塞诊断率，值得临床推广。

【关键词】 双源CT；双能量成像；肺动脉栓塞；诊断

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.05.019

通讯作者：彭可雨

The Application of Dual source CT and Dual Energy Imaging to the Diagnosis of Pulmonary Embolism

PENG Ke-yu, RUAN Bing, LIANG Han-huan, et al., Department of Radiology, the People's Hospital of Gaozhou, Guangdong, 525200, China

[Abstract] **Objective** To study the value of dual energy pulmonary angiography (DECTPA) with dual-source CT (DSCT) in pulmonary embolism (PE). **Methods** Collected the clinical data of 26 patients suspected of PE in our hospital underwent DECTPA with DSCT. Assessed the value of dual energy pulmonary angiography (DECTPA) with dual-source CT (DSCT) in pulmonary embolism (PE). **Results** The 96.30%, 90.57% agreement between DEPI and CTPA were showed in the levels of lung and partial lung respectively. Complete filling defects of segmental and subsegmental pulmonary arteries mostly showed correspondence perfusion defects in the CT perfusion map. However, when there were partial filling defects, most of them were partial perfusion defects. A few of them were normal in the CT perfusion map. With CTPA as a reference standard, in the level of lung, the results show that compared with DEPI, the sensitivity was 96.30% (52/54), specificity of 100% (76/76). **Conclusion** There was moderate agreement between the judgement of CTPA and DEPI. The perfusion defects in the DEPI related to the degree and location of the filling defects in the CTPA. The combination of CTPA and DEPI will offer more information for diagnosis of the pulmonary embolism. It is worth promotion in the clinical.

[Key words] Dual-source Computer Tomography; Dual Energy Imaging; Pulmonary Embolism; Diagnosis

肺动脉栓塞(Pulmonary embolism, PE)是一种由肺动脉及其分支中栓子堵塞而引起的肺循环功能障碍综合征^[1]。肺动脉栓塞是一种危害性非常大并且比较常见的疾病，其高病死率给患者的健康和生命带来了极大的威胁，且近年来其发病率呈上升趋势，因此，肺动脉栓塞的及时诊断对疾病的治疗及预后具有重要意义^[2]。目前影像学检查是PE最主要的确诊手段^[3]，主要包括核素扫描、MRI、DSA和CT肺动脉成像等，其中DSA被认为是诊断PE最准确的方法。但其属于有创检查，并发症多，且重症患者无法检查，不宜首选。放射性核素检查敏感性与特异性均较差，现今已很少运用。MRI检查肺栓塞的敏感度可达70%~90%，但对外围型肺栓塞检出率较低，且对小的肺梗死、肺实变的显示不如CT，同时MRI检查时间较长，重症患者难以耐受，费用较高，故单纯的MRI检查应用较少。CT检查作为诊断PE的重要影像手段，一直广泛应用于临床，其优势在于，CT的检查时间较短、空间分辨率都较高；但CT肺动脉成像(computer tomograph pulmonary angiography, CTPA)对于亚段或者更远末梢的栓子的检出有所限制，且难以评价肺实质血流的灌注情况^[4]。而CT肺灌注成像可弥补CT肺动脉成像的不足。

随着我国医疗水平的不断发展，双源CT (Dual-source Computer Tomography, DSCT-SOMATOM Definition, 不断应用于临床。其主要的优势在于：其凝聚了普通CT机的精髓^[5]，可同时显示肺组织的通气和灌注^[6]，获得全肺的解剖和功能的双重信息^[7]。但目前双源CT用于肺栓塞诊断的报道较少^[8]。我院关于双源CT双能量肺动脉成像检查的研究，取得了较好的价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究选取2013年10月~2014年12月于我院进行诊治的疑似肺动脉栓塞的患者26例，其中男性患者14例，女性患者12例；年龄44~68岁，平均年龄(52.32±10.49)岁。主要临床表现为心悸、烦躁不安、胸痛、咳嗽、咯血、呼吸困难等，其中18例伴有下肢深静脉血栓史、8例低氧血症、血浆D-二聚体定量检查(测量值>500ng/mL)阳性20例。

1.2 纳入标准 (1)具有肺栓塞临床表现；(2)均行双源CT双能量肺动脉成像扫描方案检查；(3)患者及家属均知情，同意入选。

1.3 排除标准 (1)存在严重心、肺重要器官的原发疾病，不耐受检查的患者；(2)精神疾病患者。

1.4 方法 采用Siemens双源CT机进行平扫及增强扫描。嘱患者取仰卧位，扫描范围自胸廓入口至肋膈角水平，扫描方向足头方向。选用非离子型对比剂碘海醇(300mg I/100ml)，剂量为1.0~1.2ml/kg体重，应用双筒高压注射器从外周静脉以流率为4.0~5.0ml/s注入，再以相同流率注入40ml生理盐水。使用人工智能触发扫描，感兴趣区设定在肺动脉干，阈值为90~100HU，触发后延迟4秒开始扫描。扫描参数：130~230mAs，准直0.6mm，螺距1.2，层厚0.75mm，重建间隔0.5mm，扫描时间4~6秒。同时行140KV、80KV双能量扫描，得到3组薄层图像，分别为140、80kV扫描的图像及两者融合的图像，将融合图传送至syngo via工作站进行MPR、MIP、VR等常规三维后处理，观察各级肺动脉解剖、充盈情况，栓子位置、大小、形

态，管腔狭窄程度、范围等，另外将140KV、80KV图像传到Dual Energy工作站，利用肺灌注血容量(PBV)可得到双肺灌注彩图，分别从冠状位、矢状位、轴位评估双肺灌注情况。

1.5 观察指标 ①PE直接征象：肺动脉干、左、右肺动脉、叶肺动脉、段肺动脉及亚段肺动脉对比剂的充盈缺损情况。②CTPA诊断PE的标准：增强肺动脉的一支或多支出现完全或不完全性充盈缺损、管腔狭窄或梗阻。③DEPI诊断PE的标准：与相邻区域对比，区域灌注稀疏和(或)缺损即为阳性。

1.6 资料分析及统计学处理 以CTPA诊断为标准，评价利用DEPI诊断PE的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值。

2 结 果

2.1 CTPA与DEPI对PE诊断的比较 本研究26例患者进行28次双源CT扫描，其中4例为PE抗凝治疗后随访。另有2例双肺均表现为

弥漫灌注降低，未纳入统计；在肺叶基础上，DEPI以CTPA为标准检出血栓的符合率为96.30%；在肺段的基础上，DEPI的符合率为90.57%，见表1。当段、亚段肺动脉栓塞充盈缺损完全时，DEPI表现为肺段或亚段分布灌注缺损，当部分充盈缺损时，DEPI以灌注降低为主，少数表现为无灌注缺损(见图1)。

2.2 DEPI与CTPA比较的特异度及灵敏度 DEPI诊断PE的敏感性96.30%；特异性100%，见表2。

3 讨 论

肺动脉栓塞是一种常见的疾病，多见于各种原因所致的长期卧床、恶性肿瘤终末期、术后、产后等情况，其病死率和漏诊率较高^[9]。而在肺动脉栓塞的栓子中，血栓占了99%。其中深静脉血栓为最常见的栓子来源，约70%~95%的栓子是由于深静脉血栓脱落之后随血液循环进入肺动脉以及其分支。以往研究显示，肺动脉栓塞的临床症状与肺动脉

表1 CTPA与DEPI对PE诊断的比较[% (个/个)]

CTPA	DEPI		
	肺灌注缺损	肺灌注降低	无灌注缺损
肺叶			
部分栓塞(38个)	0	94.74(36/38)	5.26(2/38)
完全栓塞(16个)	87.50(14/16)	12.50(2/16)	0
肺段			
部分栓塞(71个)	8.45(6/71)	81.69(58/71)	9.86(7/71)
完全栓塞(35个)	85.71(30/35)	11.43(4/35)	2.86(1/35)
肺亚段			
部分栓塞(16个)	0	68.75(11/16)	31.25(5/16)
完全栓塞(14个)	64.29(9/14)	21.43(3/14)	14.29(2/14)

表2 DEPI与CTPA比较的特异度及灵敏度

CTPA	DEPI		合计
	阳性	阴性	
阳性	52	2	54
阴性	0	76	76
合计	52	78	130

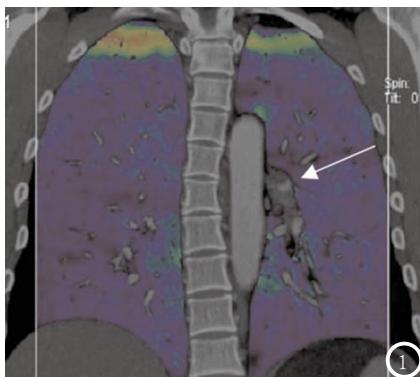


图1 左下肺动脉管腔内可见低密度缺损(箭头处), 对应的左肺下叶未见明显灌注减低区。

血栓的大小、位置无明显相关性^[10]。目前, CT肺动脉成像为肺动脉栓塞的首选检查方法^[11]。随着我国医疗水平的不断发展, 双源CT不断应用于临床, 其具有以下的优势: ①扫描时间短; ②对比剂用量少, 辐射剂量不增加; ③PE的解剖信息和肺灌注的功能信息可同时得到; ④相比其他检查方式漏诊率较低; ⑤同时能评价肺部以及纵隔的异常表现, 排除引起与PE类似的临床表现的其他心血管和肺部的病变。

双源CT双能量肺动脉成像是两个X线管同步进行扫描, 在常规扫描的基础之上, 还可以进行灌注的扫描, 从而达到较好的诊断疾病的目的。尽管双源CT双能量肺灌注成像显示的只是在某一时间点碘含量的分布, 但造影剂首过期间局部的对比增强可代表局部的血流量, 因而可以以灌注来描述^[12]。且可全面的了解患者肺组织损伤程度、肺功能改变程度、肺部栓子等情况^[13]。

本研究结果显示: 本研究中28次扫描, 仅有2例因肺肿瘤合肺不张, 大量胸腔积液而影响分析外, 其他影像均良好。当段、亚段PE充盈缺损为完全时, 分别有85.71%、64.29%表现为相应的肺段或亚段灌注缺损。而当肺段动脉充盈缺损为部分时, DEPI 81.69%表现为肺灌注降低, 9.86%表现为无灌注缺损, 亚肺段动脉

部分充盈缺损时DEPI 68.75%表现灌注降低, 31.25%无灌注缺损, 与吴京兰等^[14]报道结果相符。提示, DEPI结果与PE的程度、部位有关, 但两者并不是绝对对应。由于肺灌注反映的是肺组织的血流变化, 人体肺血流灌注并不完全均匀, 受到较多因素影响, 且肺组织为双重供血器官, 其中一条供血通路受阻并不一定会引起肺组织灌注减低, 如肺内炎症、肺内肿瘤、肺间质病变、慢性阻塞性肺疾病、肺内血管炎等疾病等, 同时腔静脉、心腔内高浓度对比剂及心脏运动均会使邻近区域呈相对低灌注^[13]。

本研究利用DEPI诊断PE的敏感性96.30%(52/54); 特异性100%(76/76), 提示DEPI与CTPA判断的PE基本一致, 可作为诊断肺动脉栓塞的辅助手段。且另有4例6个肺段DEPI显示灌注缺损, 而CTPA未见明显血管受累。说明CTPA上可能未显示明显的动脉栓塞病变, DEPI上却可明显显示, 尤其是远端显示较好。其中有4例患者为PE治疗后复查, CTPA看到栓子数目及大小均较治疗期减少及变小, 且治疗后DEPI的表现中低灌注范围亦减小且密度均匀化, 以上均说明治疗的有效性及两种诊断的一致性。

综上所述, 在患者的一次控制呼吸, 一次对比剂的注射中DSCT可早期准确定位栓子, 具有较好的特异度及灵敏度。具体分析DEPI图像结果时, 还应充分考虑患者的基础疾病、病变部位及严重程度、肺组织血流情况等因素进行针对, 因此DEPI与CTPA两者联合起来有助于提高肺动脉栓塞诊断率, 值得临床推广。

参考文献

- 黄慧, 孙琦, 陶晓峰, 等. 64层螺旋CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣, 等. 双源CT双能量肺灌注成像对急性肺动脉栓塞诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(6): 40-43.
- 曹治婷. DynEva 软件结合自动启动技术在肺动脉CT造影中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(5): 72-73, 77.
- 卢星如, 王刚, 郭顺林, 等. 64层螺旋CT肺动脉造影成像技术及影响因素的分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(2): 41-43.
- Hoey E T D, Mirsadraee S, Pepke-Zaba J, et al. Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience [J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(3): 524-532.
- 马智军. 双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(2): 116-119.
- 吴京兰, 谭四平, 沈比先, 等. 双源CT双能量肺灌注成像技术诊断急性肺动脉栓塞的临床应用[J]. 临床心血管病杂志, 2011, 27(5): 385-388.
- 聂敏, 陈锋, 王敏, 等. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2010, 48(1): 127-130.
- 柴学. 双源CT双能量肺灌注成像诊断急性肺栓塞的实验研究[D]. 南方医科大学, 2009.
- 梁晓雪. 双源CT低对比剂双能量肺动脉成像不同图像质量的对比研究[D]. 郑州大学, 2013.
- 顾海峰, 郑玲, 李林. 双源CT双能量成像及其初步应用初探[J]. 医疗卫生装备, 2009, 06: 63-65.
- 武振华. 合理用药的关键措施[J]. 医学信息, 2011, 24(7): 4408.
- 祝丽敏. 双源CT双能量肺动脉成像在肺动脉栓塞中的应用[J]. 中国民康医学, 2013, 25(14): 117-118.
- 王楠. 双源CT双能量肺灌注成像在肺栓塞诊断中的应用[D]. 吉林大学, 2010.
- 贾飞鸽, 彭珂文, 汪春荣