

论 著

GE Revolution能谱成像定量参数在肺栓塞诊断中的应用*

刘庆轲*

南阳张仲景医院影像科 (河南 南阳 473000)

【摘要】目的 分析GE Revolution能谱成像定量参数对肺栓塞(pulmonary embolism, PE)的诊断效能。**方法** 回顾性选取2020年1月-2022年1月在本院接受GE Revolution CT扫描检查的42例PE患者临床资料为观察组,另选取同期接受GE lightspeed 64排螺旋CT检查的50例PE患者为对照组。对比两组患者扫描图像质量、检查时间、肺动脉CT值、有效辐射剂量和背景噪声(BN),计算对比度噪声比(CNR)、信号噪声比(SNR),评估GE Revolution定量参数对PE的诊断价值。**结果** 观察组图像质量包括1级40例(95.24%),2级1例(2.38%),3级1例(2.38%);对照组包括1级40例(80.00%),2级8例(16.00%),3级2例(4.00%);两组图像质量分级比较,差异具有统计学意义($P<0.05$)。两组患者的噪声指标BN、SNR、CNR以及肺动脉干、左肺动脉、右肺动脉、胸大肌CT值比较,组间差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组检查时间短于对照组(3.35 ± 1.30 vs 7.62 ± 1.12 , s),有效辐射剂量低于对照组(0.84 ± 0.09 vs 1.95 ± 0.74 , mSv)($P<0.05$)。**结论** GE Revolution CT和GE lightspeed 64排螺旋CT均可获取PE较高质量图像,从而有助于临床快速诊断PE,但GE Revolution CT可与提高图像质量等级,并减少扫描检查时间,降低有效辐射剂量。

【关键词】 肺栓塞; CT; GE Revolution CT; 图像质量; 背景噪声; 诊断

【中图分类号】 R563.5

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学攻关计划项目(2018020067)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.12.022

Application of Quantitative Parameters of GE Revolution Energy Dispersive Imaging in The Diagnosis of Pulmonary Embolism*

LIU Qing-ke*

Department of Imaging, Nanyang Zhang Zhongjing Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the diagnostic efficacy of quantitative parameters of GE Revolution energy dispersive imaging in pulmonary embolism (PE). **Methods** The clinical data of 42 PE patients who received GE Revolution CT scanning in our hospital from January 2020 to January 2022 were retrospectively selected as the observation group, and 50 PE patients who received GE Lightspeed 64 slice spiral CT scanning at the same time were selected as the control group. The scanning image quality, examination time, pulmonary artery CT value, effective radiation dose, and background noise (BN) of the two groups were compared, and the signal to contrast to noise ratio (CNR) and noise ratio (SNR) were calculated to evaluate the diagnostic value of GE Revolution quantitative parameters for PE. **Results** The image quality of the observation group included 40 cases(95.24%) of grade 1, 1 case(2.38%) of grade 2 and 1 case(2.38%) of grade 3. The control group included 40 cases(80.00%) of grade 1, 8 cases(16.00%) of grade 2 and 2 cases(4.00%) of grade 3. These has a statistically significant difference($P<0.05$). The inspection time of observation group was shorter than that of control group(3.35 ± 1.30 vs 7.62 ± 1.12 ,s), and the effective radiation dose was lower than that of control group(0.84 ± 0.09 vs 1.95 ± 0.74 ,mSv) ($P<0.05$). **Conclusion** PWV, ABI, FAR are closely related to the prognosis quality of cardiovascular disease, and the combined detection of indicators has a high predictive value for poor prognosis of cardiovascular disease.

Keywords: Pulmonary Embolism; CT; GE Revolution CT; Image Quality; Background Noise; Diagnosis

肺栓塞(pulmonary embolism, PE)是由内源性或外源性栓子掉落并阻塞肺动脉或分支而导致的肺血管病变,临床常见类型是肺血栓栓塞,肺循环和右心功能出现障碍,严重者可出现呼吸困难^[1-2]。PE阻塞程度较重时,可引起循环障碍,导致猝死。因此,及早发现并诊断PE,具有重要意义。基于传统的X线、超声、常规CT对心肺疾病检测的能力限制,医学影像学技术不断发展进步,各项检测手段层出不穷^[3]。GE Revolution是全球目前最顶级的CT设备,拥有256排宝石探测器,采用单源高低压瞬时能谱成像,有效反应组织实质血流动力学变化^[4-5]。但该设备目前在我国应用尚未普及,对PE的诊断效能尚未可知。本研究纳入GE Revolution CT和GE lightspeed 64排螺旋CT,通过对比其对PE的诊断效能,分析GE Revolution CT的应用价值,为托阔该设备的应用范围提高研究依据。具体如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2020年1月至2022年1月在本院接受GE Revolution CT扫描检查的42例PE患者临床资料为观察组,另选取同期接受GE lightspeed 64排螺旋CT检查的50例PE患者为对照组。观察组男23例,女19例;年龄39~82岁,平均(60.50 ± 10.12)岁;BMI 21.3~26.4kg/m²,平均(24.85 ± 1.32)kg/m²。对照组男29例,女21例;年龄38~85岁,平均(62.48 ± 10.38)岁;BMI 20.7~28.5kg/m²,平均(24.65 ± 1.50)kg/m²。两组患者一般资料对比,二者差异不大($P>0.05$),本研究符合赫尔辛基宣言。

纳入标准: 所有PE患者均经本院病理学确诊为PE,各项检查结果和相关症状均符合指南^[6]相关定义和标准;风险分层参考指南^[7]相关定义和标准,均为非高危风险;年龄>18岁;发病后3天内到院接受相关检查,并在本院接受治疗;患者及家属对本研究的目的、接受的检查和治疗相关事项知情、同意并签署相关同意书;接受定期复查和随访。

1.2 方法 患者入院后,先登记一般资料,完成基础检查。采用调查表形式记录患者的性别、年龄、身高/体重等指标。两组患者在增强扫描前均先给予胸部常规CT扫描,扫描前叮嘱患者深吸气再憋气,充分扩张肺脏。

(1)对照组仪器选择GE Lightspeed 64排螺旋CT,患者在检查床上采取仰卧姿势,选取肺尖下-肺底进行扫描。参数:管电压=120kV,管电流=300mA,层间距=0.4mm,层厚=1mm,螺距1.375:1。充分扩张肺脏,选取高压注射器,40mL的370mg/mL碘帕醇注射于外周静脉,后加注30 mL生理盐水冲洗,注射速率为4.5~5mL/s。当检测到CT值达80Hu时,开始触发CT造影扫描。扫描后,将数据输入ADW 4.7工作站,采用多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)和容积再现(volume representation, VR)获取PE图像。

(2)观察组:选择GE Revolution 256排CT仪器,扫描姿势和扫描范围同对照组。参数:管电压40~140kV,管电流200mA,层厚=5mm,层间距=3mm,矩阵=256mm×0.625mm,转速=0.5s,螺距=1.531:1,旋转时间0.33s。充分扩张肺脏,碘造影

【第一作者】 刘庆轲,男,副主任医师,主要研究方向:医学影像诊断。E-mail: junganyuanqi158@163.com

【通讯作者】 刘庆轲

剂注射同对照组。当检测到CT值达80Hu时,开始触发CT造影扫描。扫描后,使用自带工作站,进行MPR、MIP、VR后获取PE图像。

(3)图像质量评估:获取的图像进入工作后台,图像质量由两位10年相关工作经验医师评估,有争议时二者协商决定。对图像是显示的不清晰血管或周围组织,直接排除病例。

1.3 观察指标 (1)图像质量:参照相关文献^[8]对所获取的CT图像进行分级评估(表1)。(2)扫描指标:记录两组患者CT扫描检查时间及有效辐射剂量(effective rdose, ED), $ED=剂量长度乘积(dose length product, DLP) \times 0.014$ 。(3)CT值:记录/主干/左/右肺动脉的CT值,同时记录胸大肌的动态CT值^[9]。(4)噪声指标:主动脉噪声值即测量CT值的背景噪声(background noise, BN),计算信号噪声比(signal to noise ratio, SNR)=血管内CT均值/BN,对比度噪声比(contrast to noise ratio, CNR)=(血管内CT均值-相邻肌肉CT均值)/BN^[10]。

1.4 统计学处理 数据采用SPSS 22.0软件分析,计数数据采用[n(%)]表示,组间行 χ^2 检验;计量数据采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行t检验;采用受试者工作特征曲线(ROC)评估GE Revolution能谱成像定量参数对PE的诊断效能,曲线下面积(area under curve, AUC)为0.5~0.7表示效能较低,AUC为0.7~0.8表示一

般,AUC为0.8~0.9表示较高,AUC>0.9表示极高; $P<0.05$ 代表差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 图像质量及评分 观察组图像质量包括1级40例,2级1例,3级1例;对照组包括1级40例,2级8例,3级2例;两组图像质量分级比较,差异具有统计学意义($Z=-2.106, P=0.035$)(图1)。观察组图像质量评分为(3.93 ± 0.34)分,对照组为(3.76 ± 0.52)分,两组差异并不大($P>0.05$)。

2.2 CT扫描相关指标及噪声指标 两组患者的噪声指标BN、SNR、CNR以及肺动脉干、左肺动脉、右肺动脉、胸大肌CT值比较,差异不大($P>0.05$)。观察组检查时间短于对照组,有效辐射剂量低于对照组($P<0.05$),见表2。

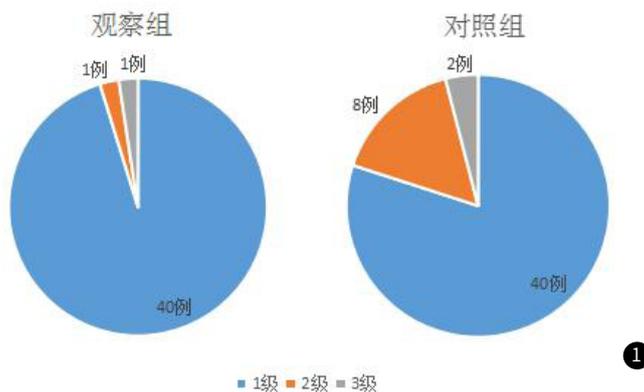


图1 两组患者图像质量等级对比

表1 图像质量评估

分级(级)	图像质量			评分(分)
	血管显示	轴位血管和伪影	伪影状态	
1	血管连续且清晰	血管边缘清晰	无	4
2	血管边缘模糊	轻微伪影	条状、阶梯状伪影	3
3	血管轻微模糊	伪影边缘距离血管中心<5mm	阶梯伪影<血管直径的25%	2
4	血管显示不清,与周围组织区分不开			1

表2 两组患者CT扫描相关指标及噪声指标

分组	n	检查时间(s)	有效辐射剂量(mSv)			噪声指标
			BN	SNR	CNR	
观察组	42	3.35±1.30	0.84±0.09	6.79±0.42	56.2±2.75	47.89±2.35
对照组	50	7.62±1.12	1.95±0.74	6.76±0.48	56.44±3.77	48.96±3.32
t值		16.925	9.653	0.316	0.343	1.752
P值		<0.001	<0.001	0.753	0.732	0.083

分组	n	CT值(Hu)			
		肺动脉干	左肺动脉	右肺动脉	胸大肌
观察组	42	387.27±10.19	374.32±9.87	368.63±8.98	55.65±5.82
对照组	50	391.54±11.53	371.25±9.82	365.84±12.73	56.52±5.65
t值		1.865	1.490	1.192	0.726
P值		0.065	0.140	0.236	0.470

3 讨论

PE属于临床急重症,包括肺血栓栓塞、脂肪栓塞、羊水栓塞、空气栓塞、肿瘤栓塞等。肺血栓栓塞占肺栓塞的绝大多数,栓子引起的肺循环障碍导致肺组织坏死和呼吸功能障碍等多种严重状况,严重者还可致猝死。流行病学数据显示,肺动脉栓塞在美国每年有50万新发病例,其病死率高达10%。这表明,PE严重威胁患者生命,需要及时确诊并接受治疗^[11]。PE常见的胸痛症状

与急性冠脉综合症类似,部分病人会出现咯血,容易误诊,需要进行肺动脉造影进一步明确诊断^[11-12]。

CT是临床上常用的肺部疾病检测手段,其中多层螺旋CT(multi-slice spiral CT, MSCT)肺动脉增强检查是目前诊断PE的主要检查手段,已在临床广泛使用^[13-14]。双能量CT(DECT),有时也称能谱CT或光谱CT,是一种先进的CT技术,通过获取高

能和低能X射线数据,以便能够对表现出不同能量依赖性X射线吸收行为的物质进行材料表征应用。DECT具有MSCT的优点,并可以根据材料分解理论,使用具有两种不同能谱的X射线来检测特定物质。这使得组织中碘成分的选择性可视化成为可能,可观察肺灌注情况,并利用能量解析技术重建出单能量图像。有研究发现,GE lightspeed 64排螺旋CT可以快速、准确且无创地检测PE管腔内栓子数量和管腔充盈缺损状态,显示PE病变位置和范围,从而帮助临床快速确定干预方案^[15-16]。但顾刚^[17]通过研究发现,256层螺旋CT具有超高空间/密度分,加上一体后台处理技术,可以更快检出PE。

在本研究中,采用主观评估方式对GE Revolution CT和GE lightspeed 64排螺旋CT扫描PE图像质量进行分析,发现观察组图像质量包括1级40例,2级1例,3级1例;对照组包括1级40例,2级8例,3级2例;两组图像质量分级差异显著,而两组图像质量评分差异不大。从分级结果看,PE图像质量分别从血管显示清晰度、血管伪影与否及伪影程度评估,观察组1级占比明显高于对照组,而2级占比明显低于对照组,表明GE Revolution CT可以明显提高图像质量等级。而两组图像质量评分差异不大,可能受样本量较小、评分等级较为主观等因素影响,需要扩大样本量作进一步比较分析。

GE Revolution CT具有静音超高速扫描系统,其扫描覆盖范围、时间/空间分辨率、对比剂剂量、能量等方面,均优于传统CT^[18]。在实际临床中,患者心率不存在绝对整齐状态,CT扫描时易出现伪影和心电图重建位置变异情况。而GE Revolution可以在单个心动周期内完成扫描,从而避开心率不齐等障碍,为冠脉疾病诊断提供更加准确、详实的图像信息^[19-20]。本研究将GE Revolution纳入PE诊断,从扫描定量参数等客观角度看,两组患者的噪声指标BN、SNR、CNR以及肺动脉干、左肺动脉、右肺动脉、胸大肌CT值比较差异不大,但观察组检查时间短于对照组,有效辐射剂量低于对照组。这说明,GE Revolution CT和GE lightspeed 64排螺旋CT均可基于肺动脉病变CT值和噪声比快速分析血栓状态。但GE Revolution整体检查时间更短,对患者的辐射程度更低,因而安全性更高。此外,有研究发现,一定程度上降低对比剂剂量和有效辐射剂量,同样可以保证PE诊断图像质量^[21]。因此,在本研究从PE扫描图像质量角度分析GE Revolution诊断效能的结果基础上,进一步扩大样本量,分析不同对比剂剂量和有效辐射剂量的图像质量差异,有助于临床更快、更安全诊断PE。此外,在能谱成像定量参数的标准制定上,可能存在一定的差异。这可能会影响不同研究之间的可比性和可靠性。因此,需要统一和标准化能谱成像定量参数的测量方法和标准,以提高研究的准确性和可重复性。

综上所述,GE Revolution CT和GE lightspeed 64排螺旋CT均可获取PE较高质量图像,从而有助于临床快速诊断PE,但GE Revolution CT可与提高图像质量等级,并减少扫描检查时间,降低有效辐射剂量。

参考文献

- [1]Xue X, Hu J, Peng L, et al. Low ambient temperature might trigger the symptom onset of pulmonary embolism: A nationwide case-crossover study at hourly level in China [J]. *Sci Total Environ*, 2022, 853: 158524.
- [2]Granot Y, Rozenbaum Z, Ziv-Baran T, et al. Correlation between CT-derived cardiac chamber volume, myocardial injury and mortality in acute pulmonary embolism [J]. *Thromb Res*, 2021, 205 (4): 63-69.

- [3]锁咏梅,宋贤亮,章辉庆,等.双能量CT肺灌注成像的定量参数诊断肺栓塞的临床应用价值[J].*医学影像学杂志*, 2021, 31 (2): 247-250.
- [4]Suzuki S, Fukui R, Yamamoto Y, et al. Evaluation of spatial resolution of virtual monochromatic imaging in vitro: effect of energy level and contrast [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2021, 45 (1): 93-97.
- [5]Poludniowski G, Omar A, Bujila R, et al. Technical note: SpekPy v2.0—a software toolkit for modelling x-ray tube spectra [J]. *Med Phys*, 2021, 48 (7): 3630-3637.
- [6]中华医学会呼吸病学分会哮喘学组.肺血栓栓塞症的诊断与治疗指南(草案) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2005, 28 (11): 738-744.
- [7]柳志红. 2019欧洲心脏病学会《急性肺栓塞诊断和治疗指南》解读 [J]. *中国循环杂志*, 2019, 34 (12): 1155-1157.
- [8]项行林,徐红维,张英,等. CT肺血管造影和肺血管灌注成像对肺栓塞患者的诊断价值 [J]. *血栓与止血学*, 2022, 28 (3): 958-959, 962.
- [9]薛龙梅,侯蕾娜,杨迪.能谱CT多参数联合成像在诊断肺动脉栓塞中的应用 [J]. *现代消化及介入诊疗*, 2020 (S1): 333-336.
- [10]张振明,董险峰,李立强,等.迭代算法不同管电压对肺栓塞患者肺动脉CT成像质量及辐射剂量的影响 [J]. *中国医学装备*, 2021, 18 (6): 21-25.
- [11]刘玉梅.低分子肝素与普通肝素治疗肺栓塞的安全性比较分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2023, 30 (7): 54-56.
- [12]Stein P D, Matta F, Hughes P G, et al. Usefulness of ancillary findings on CT pulmonary angiograms that are negative for pulmonary embolism [J]. *Thromb Res*, 2021, 200: 48-50.
- [13]虎文科,赵蓉,张广浩,等. 256层螺旋CT肺动脉造影对肺动脉栓塞患者右心功能的评价 [J]. *罕少疾病杂志*, 2022, 29 (3): 46-47, 53.
- [14]潘婷,夏蕾,石容容,等. CT肺动脉造影结合血清学标志物在急性肺栓塞诊断中的应用 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (4): 67-69.
- [15]杨迎春,席旺荣.多层螺旋CT肺动脉造影在肺栓塞患者中的诊断价值 [J]. *血栓与止血学*, 2021, 27 (4): 592-593.
- [16]石俊岭,张岭岭,王海洋,等. SPECT/CT肺灌注显像与肺通气/灌注平面显像在肺栓塞诊断中的应用比较 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18 (6): 79-81.
- [17]顾刚,徐凯,牛磊,等. 256层螺旋CT血管造影对肺栓塞的临床诊断价值 [J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31 (5): 783-785802
- [18]Solomon J, Lyu P, Marin D, et al. Noise and spatial resolution properties of a commercially available deep learning based CT reconstruction algorithm [J]. *Med Phys*, 2020, 47 (9): 3961-3971.
- [19]Manubolu V S, Verghese D, Alalawi L, et al. Influence of prediabetes on coronary atherosclerotic plaque burden assessed by coronary computed tomography angiography (CCTA) [J]. *Am Heart J*, 2021, 242: 169-169.
- [20]丁玲,王新正,杜江齐,等. Revolution CT在冠脉联合头颈部CTA扫描中图像质量与剂量的相关性 [J]. *医学影像学杂志*, 2020, 30 (5): 750-753.
- [21]朱晓红.能谱CT成像联合迭代重组技术在肺栓塞诊断中的应用研究 [D]. 安徽医科大学, 2019.

(收稿日期: 2023-04-26)

(校对编辑: 孙晓晴)