论 著

双源CT flash扫描模式在自由呼吸状态下肺动脉成像的可行性探讨

1.山东省济宁市第一人民医院
（山东 济宁 272011）
2.山东省济宁市兖州区铁路医院
（山东 济宁 272100）
3.中山大学附属第一医院
（广东 广州 510080）
高洪媛[1] 李兆立[2] 邹新华[3]

【摘要】**目的** 总结双源光子CT flash扫描模式在自由呼吸状态下肺动脉成像的应用价值。**方法** 对临床疑诊肺动脉栓塞的患者行CTPA检查，共发现59例肺动脉栓塞患者，其中28例患者(A组)采用了flash扫描方案，无需屏气，螺距3.2，扫描时间(0.64±0.11)s，造影剂流速5ml/s，造影剂用量(40±5)ml，采用对比剂跟踪触发技术，达阈值100HU后延迟3s自动扫描；31例患者(B组)采用屏气扫描方案，螺距1.2，扫描时间(1.67±0.20)s，造影剂流速5ml/s，造影剂用量(80±5)ml，对比剂跟踪触发达阈值100HU后延迟6s自动扫描；两组管电压均为120kv，Care Dose 4D打开；由两名放射科主任医师对图像进行评分，并测量7个肺血管CT值(HU)，计算信号噪声比(SNR)，比较辐射剂量、造影剂用量差异；使用统计软件对数据进行分析。**结果** A的图像质量均达优秀标准，B组多个病例有呼吸运动伪影而影响图像质量，而A组的辐射剂量及对比剂用量均低于B组。**结论** 肺动脉造影使用Flash扫描模式能够获得满意的图像并降低了辐射剂量、造影剂用量、消除呼吸运动伪影。

【关键词】肺动脉栓塞、自由呼吸、计算机体层成像
【中图分类号】R445.3；R543.2
【文献标识码】A
DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.02.009

通讯作者：李兆立

Feasibility of Dual-source CT Flash Scanning Mode in Pulmonary Artery Imaging under Free Breathing

GAO Hong-yuan, LI Zhao-li, ZOU Xin-hua. The First People's Hospital of Jining City, Jining 272011, Shandong Province, China

[Abstract] ***Objective*** To summarize the application value of dual source photon CT Flash scanning mode in pulmonary artery imaging under free breathing condition. ***Methods*** The clinical data of patients with suspected pulmonary embolism, no contraindication of CTPA examination, found a total of 59 cases of pulmonary embolism patients, 28 patients (A group) using flash scanning scheme, without breath, pitch 3.2, scanning time was (0.64±0.11)s, contrast agent flow rate 5ml/s, the amount of contrast agent (40±5)ml. By contrast trigger technology, tracking threshold 100HU, threshold delay 3S automatic scanning; 31 patients (group B) using breath hold scanning scheme, pitch 1.2, scanning time was (1.67±0.20)s, contrast agent flow rate 5ml/s, the amount of contrast agent (80±5)ml, by contrast trigger technology, tracking threshold 100HU, threshold after a delay of 6S automatic scanning; two sets of tube voltage for 120kv, Care Dose 4D opened; by two radiology physician on the image with 4 points method of subjective evaluation, and measurement of 7 pulmonary vascular CT value (HU), calculate the signal The ratio of noise (SNR) was compared, and the dosage of radiation and the dosage of contrast agent were compared, and the data were analyzed by using the statistical software. ***Results*** The image quality of A reached the best standard. B group had respiratory motion artifact affecting image quality, while the radiation dose and contrast dosage of group A were all lower than those of B group. ***Conclusion*** pulmonary angiography can obtain satisfactory images by using Flash scan mode and reduce the dose of radiation, the dosage of contrast agent, and eliminate the artifact of respiratory movement.

[Key words] Pulmonary Embolism; Free Breathing; Computer Tomography

肺动脉栓塞(Pulmonary embolism，PE)是临床多发病，常规肺动脉CTA面临着许多限制因素，如患者需要屏气、扫描时间长、患者躁动不能保持体位、辐射剂量过高、对比剂用量大、首次成像不理想需二次检查等，还有心脏搏动伪影的影响[1]。双源光子CT Flash扫描模式突破了上述限制，在日常工作中体现出诸多优势[2-4]。本文比较双源CT应用2种扫描方案的图像质量、辐射剂量、对比剂用量差异，寻找CTPA的最佳扫描方案。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2015年7月-2017年9月本院确诊肺动脉栓塞的59例患者，其中男29例，女30例，年龄39-81岁，平均(60.98±20.53)岁。其中28例患者(A组)采用flash自由呼吸扫描方案，螺距3.2。31例患者(B组)采用螺距1.2，屏气扫描。

1.2 设备与方法 所用设备为第2代双源CT(Somatom Definiton Flash，SIEMENS，德国)，从胸廓入口处扫描到肺底。28例患者(A组)采用了flash扫描方案，螺距3.2，扫描时间(0.7±0.15)s，造影剂流速5ml/s，造影剂用量(40±5)ml，采用团注追踪法监测肺动脉干的造影剂浓度，达到阈值(100HU)后延迟3s启动扫描。31例患者(B组)采用屏气扫描方案，螺距1.2，扫描时间(1.35±0.23)s，造影剂流速5ml/s，

造影剂用量(80±5)ml，团注追踪法监测肺动脉干，达阈值(100HU)后延迟6s启动扫描。两组管电压均为120kv，Care Dose 4D打开。经肘前静脉注入优维显(300mgI/ml,德国)。

1.3 图像质量评分 原始数据采集完成后将薄层图像传输到Syngo Via 3.0工作站。图像层厚0.75mm，间隔0.7mm，两组均采用Safire迭代算法，滤过参数为3。由1位主治医师行图像后处理，2位主任医师对图像进行评价，意见不一致时经讨论取得一致意见。2位主任医师按4分法对图像质量进行评分，评分在3分以上的为优秀图像,评分在2.5分以上的为合格图像。4分的标准为图像质量很清晰，具有非常好的诊断价值。3分的标准为图像质量较为清晰，图像噪声小，可用于明确诊断。2分的标准为图像质量模糊，图像噪声大，部分分支血管难以明确是否有栓塞。1分的标准为图像无法诊断。

图像质量客观评价依据是图像CT值、噪声(SD)、信噪比(SNR)。手动勾画感兴趣区，测量肺动脉干、右肺动脉、左肺动脉、右上叶动脉、右下肺动脉、左肺上叶动脉、左肺下叶动脉CT值。ROI应占所测量管腔断面的2/3以上以避免容积效应。若该段血管内有血栓，则不测量[5]。计算图像信噪比(SNR)，SNR=肺动脉CT值/图像背景噪声[6]。图像背景噪声值由肺动脉干CT值标准差SD表示。

1.4 辐射剂量分析 记录CT容积剂量指数(CTDIvol)、有效剂量长度乘积(DLP)、有效辐射剂量(ED)等数据。根据公式：ED=DLP×转换系数k，其中k为欧盟委员会推荐的躯干值0.014mSy/(mGy•cm)。

1.5 数据与统计学分析 对各组计算均数及标准差，比较2组CTPA检查的图像质量评分、CT值、SD值、SNR、采集时间、CTDIvol值、DLP值、ED值，利用独立样本t检验，P＜0.05为差异有统计学意义。应用SPSS19.0软件进行统计分析。

2 结 果

2.1 图像质量评价 见表1。59例患者的图像质量均符合诊断要求，A组的SD、SNR与B组对比有统计学意义，A、B两组的CT值无统计学意义(P＞0.05)。A组图像质量评分较B组高，差异有统计学意义(P＜0.05)。

2.2 对比剂用量、扫描时间及长度评价 见表2。A、B两组对比剂用量及扫描时间有统计学意义(P＜0.05)，两组扫描长度无统计学意义(P＞0.05)。

2.3 辐射剂量评价 见表3。A组CTDIvol、DLP、ED均较B组少，差异具有统计学意义(P＜0.05)。见图1-4。

3 讨 论

PE是一种常见的肺血管疾病，若不及时干预治疗，病死率较高，其可以靠多种临床检查来诊断，CTA检查准确率高、较DSA易操作且无创，是首先影像检查方法[7]。CTPA对PE的诊断价值尤为重要，早期诊断肺动脉栓塞可以提高发现率，降低病死率。MSCT扫描速度快且能进行容积扫描，具有较高的时间分辨率及空间分辨率，误诊率低，现已成为疑似PE患者的首选检查方法[8]。

传统的CTPA检查需要患者配合屏气，扫描速度慢，且对比剂用量大、辐射剂量高，呼吸运动伪影和心脏运动伪影干扰较大。对比剂用量过多会增加过敏反应、对比剂肾病的风险，尤其对肾功能较差的病人，限制因素较多[6,9-10]。双源光子CT Flash扫描模式能够进行无屏气扫描，双球管、大螺距大大缩短了扫描时间，降低了对比剂用量和辐射剂量的同时获得满意的图像，是一种可行的优秀扫描方案[11]。Flash扫描模式也可应用于主动脉造影，可以清晰显示主动脉夹层、瘤样扩张、穿透性溃疡等病变，发现主动脉夹层后因不能重建多

表1 图像质量评价

	A组	B组	P值
背景噪声SD	13.17±5.26	19.39±4.89	P＜0.05
SNR	35.03±7.04	21.65±0.58	P＜0.05
CT值	424.31±91.50	426.91±90.36	P＞0.05
图像质量评分	3.56±0.22	3.34±0.23	P＜0.05

表2 对比剂用量、扫描时间及长度评价

	A组	B组	P值
对比剂用量	40±5ml	80±5ml	P＜0.05
扫描时间	0.64±0.11	1.67±0.20	P＜0.05
扫描长度	19.91±2.10cm	19.72±2.33cm	P＞0.05

表3 辐射剂量评价

	A组	B组	P值
CTDIvol	7.50±0.03	10.36±0.25	P＜0.05
DLP	190.13±17.56	238.19±32.81	P＜0.05
ED	2.66±0.25	3.33±0.46	P＜0.05

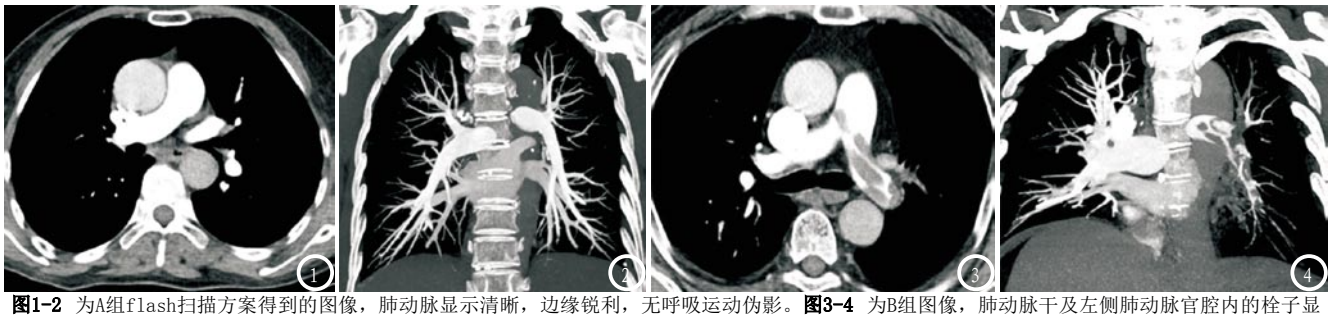

图1-2 为A组flash扫描方案得到的图像，肺动脉显示清晰，边缘锐利，无呼吸运动伪影。**图3-4** 为B组图像，肺动脉干及左侧肺动脉官腔内的栓子显示清晰，重建图像肝右叶上段的层面见呼吸运动伪影。

期相，所以不能动态显示夹层破口随心脏搏动的变化。本研究使用的螺距为3.2，同时配合迭代重建算法更容易得到符合诊断标准的图像。双源CT炫速扫描模式为降低对比剂用量、辐射剂量、无屏气扫描的研究提供了方向[4]。

随着CT在医院工作中普及，CT辐射对人体造成的危害日益受到重视，医源性辐射正成为人们受辐射的主要来源，因此在不影响疾病诊断的前提下，应最大可能的降低辐射剂量[1,12]。近年来关于降低辐射剂量的方法进行了一系列研究，如低KV、低mAs、大螺距扫描等，通过获得的数据证实了降低辐射剂量的可行性，取得了明显的效果[12]。

本研究依然存在一些不足，Flash扫描模式虽然大幅降低了辐射剂量、对比剂用量，实现无屏气扫描的同时获得了准确的解剖信息、诊断信息，但不能获得功能信息与灌注图像，而双源CT双能量扫描模式可以获得[11,13]。

总之，笔者认为双源光子CT在肺动脉栓塞患者的检查中使用Flash扫描方案在降低辐射剂量、对比剂用量、实现无屏气扫描的同时，获得了优秀的图像供诊断，能够清晰的显示栓子的形态及位置，能够在临床工作中广泛应用。

参考文献

[1]Nyman U,Bjorkdahl P,Olsson ML,et al.Low-dose radiation with 80kVp computed tomography to diagnose pulmonary embolism:a feasibility study. Acta Radiol,2012,53(9):1004-1013.

[2]Bauer RW,Schell B,Beeres M,et al.High-pitch dual-source computed tompography pulmonary angiography in freely breathing patients[J].J Thorac Imaging,2012,27(6):376-381.

[3]Achenbach S,Marwan M,Schepis T,et al.High-pitch spiral acquisition:a new scan mode for coronary CT angiography[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr,2009,3(2):117—121.

[4]董霞,武志峰,等.双源CT大螺距扫描联合迭代重建在肺动脉成像中的应用研究[J].中国临床医学影像杂志,2014,25(6):393-396.

[5]Mayo J,Thakur Y.Pulmonary CT angiography as first line imaging for PE:image quality and radiation dose considerations.Am J Roentgenol,2013,200(3):522-528.

[6]Bauer RW,Kramer S,Renker M,et al.Dose and image quality at CT pulmonary angiography-comparison of first and second Generation dual-energy CT and 64-slice CT.Eur Radiol,2011,21(10):2139-2147.

[7]王显东,吴军,等.双源CT与DSA在急诊肺栓塞患者诊断中应用研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(3):45-47,61.

[8]张常青,王小博,等.多层螺旋CT图像后处理技术在肺栓塞诊断中的应用分析[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(9):64-66.

[9]Kristiansson M,Holmquist F,Nyman U.Ultralow contrast medium doses at CT to diagnose pulmonary embolism in patients with moderate to severe renal impairment:a feasibility study[J]Eur Radiol,2010,20(6):1321-1330.

[10]Winklehner A,Goetti R,Baumueller S,et al.Automated Attenuation Based Tube Potential Selection for Thoracoabdominal Computed Tomography Angiography;Improved Dose Effectiveness[J].Invest Radiol,2011,46(12):767-773.

[11]De Zordo T,Von Lutterotti K,Dejaeo C,et al.Comparison of imaging and radiation dose of different pulmonary CTA protocolson 128-slice CT:high-pitch dual-source CT,dualenergy CT and conventional spiral CT[J].Eur Radiol,2012,22(2):279-286.

[12]戴丽娟,王琦,等.多层螺旋CT肺动脉成像扫描条件的优化研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(4):71-73,76.

[13]周运锋,史河水,崔立明,等.双源CT双能量肺灌注成像对肺栓塞的诊断和临床应用价值.放射学实践,2012,27(1):36-40.

(本文编辑：张嘉瑜)

【收稿日期】2018-06-25