

· 论著 ·

肺动脉栓塞行低对比剂肺动脉CTA成像检查的可行性评价及应用剂量对检查结果的影响

刘勇玲* 王红梅

焦作市第二人民医院CT室(河南 焦作 454000)

【摘要】目的 分析为肺动脉栓塞患者实施低剂量肺动脉CTA成像检查的临床可行性以及辐射剂量高低对临床检查结果的影响。**方法** 选取我院2019.10至2023.4月期间收治的156例肺动脉栓塞患者为研究对象,对所有患者实施CTA成像检查,根据随机数表法将所有患者分为对照组(常规剂量)及观察组(低剂量),对两组患者的MSCT图像结果进行观察对比,评估两组血管的强化情况及图像质量。**结果** 经对比后发现两组所应用的剂量均符合临床评价工作标准,对比结果无统计学差异($P>0.05$);对照组强化后的肺动脉主干CT数值均高于观察组($P<0.05$);对照组图像质量优化率与观察组对比无统计学差异($P>0.05$)。**结论** 针对肺动脉栓塞患者,可为其实行低对比剂肺动脉CTA检查,低剂量CTA检查仍能获取较为理想的图像质量,为临床诊断工作提供客观可靠的肺动脉影像数据。

【关键词】 肺动脉栓塞; 低对比剂肺动脉CTA; 成像检查; 辐射剂量

【中图分类号】 R445

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.1.027

Feasibility Evaluation of Low Contrast Pulmonary Artery CTA Imaging in Patients with Pulmonary Embolism and the Impact of Applied Dose on Examination Results

LIU Yong-ling*, WANG Hong-mei.

CT ROOM, Jiaozuo Second People's Hospital, Jiaozuo 454000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the clinical feasibility of implementing low-dose pulmonary artery CTA imaging for patients with pulmonary embolism and the impact of radiation dose on clinical examination results. **Methods** 156 patients with pulmonary embolism admitted to our hospital from October 2019 to April 2023 were selected as the research subjects, and CTA imaging examinations were performed on all patients. According to the random number table method, all patients were divided into a control group (conventional dose) and an observation group (low dose). Observe and compare the MSCT image results of two groups of patients, and evaluate the enhancement of blood vessels and image quality in both groups. **Results** After comparison, it was found that the doses used in both groups met the clinical evaluation standards, and there was no statistically significant difference in the comparison results ($P>0.05$); The enhanced CT values of the main pulmonary artery in the control group were higher than those in the observation group ($P<0.05$); There was no statistically significant difference in the optimization rate of image quality between the control group and the observation group ($P>0.05$). **Conclusion** For patients with pulmonary embolism, low-contrast pulmonary artery CTA examination can be performed, and low-dose CTA examination can still obtain ideal image quality, providing objective and reliable pulmonary artery imaging data for clinical diagnosis.

Keywords: Pulmonary Artery Embolism; Low Contrast Pulmonary Artery CTA; Imaging Examination; Radiation Dosage

肺动脉栓塞在医学界的英文全称为Pulmonary embolism, 因此也可将此病简称为PE, 此为由内源性或外源性栓子堵塞人体肺部动脉而诱发的肺部循环障碍疾病, 是临床治疗中较为常见的心血管类疾病, PE在临床中的发病率仅次于缺血性心脏病与高血压, 而死亡率也仅低于恶性肿瘤疾病与心肌梗死, 若PE患者未能得到有效的治疗与干预, 出现死亡的风险系数将达到20%~30%。分析大量PE临床病例可知, 绝大多数PE患者在发病期间并不会出现明显的特异性表现, 也因为缺乏特异性表现使得PE诊断工作具有相对较高的误诊率、漏诊率, 存在一定的误诊或漏诊风险^[1-3]。因此, 准确且及时的诊断是提高PE临床治疗质量及预后的重要环节。肺动脉造影(DSA)是医学界公认的诊断PE病情的“金标准”, 因其具备相对较高的确诊率而在临床上备受推广, 但是DAS诊断技术属于有创性诊断项目, 实施后可能会给PE患者带来多种合并症, 反而容易加重患者的身心负担, 不太为其所接受。相比之下, 可考虑为PE患者实施肺动脉CTA检查。为患者实施肺动脉CTA检查时必须应用对比剂, 然而对比剂若是应用不当, 可能会导致患者出现对比剂肾病(CIN), 且毒性与应用剂量之间有着直接联系, 因此肺动脉CTA检查项目被认为是导致患者出现医源性肾损害的第三大原因, 仅次于肾灌注不足与肾毒性药物^[4-5]。本次研究将以我院2019.10至2023.4月期间收治的156例

肺动脉栓塞患者为研究对象, 旨在分析为肺动脉栓塞患者实施低剂量肺动脉CTA成像检查的临床可行性以及辐射剂量高低对临床检查结果的影响, 现将研究结果整理如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 我院2019.10至2023.4月期间收治的156例肺动脉栓塞患者为研究对象, 对所有患者实施CTA成像检查, 根据随机数表法将所有患者分为对照组(常规剂量)及观察组(低剂量)。两组患者各有78例, 对照组中男女比例为44:34, 年龄为40~73岁, 平均年龄为(58.45±5.12)岁; 观察组中男女比例为45:33, 年龄为(58.79±5.06)岁。两组间一般资料等对比无明显统计学差异($P>0.05$), 可进行对比。

1.2 方法 为两组患者应用西门子双源FLASH CT设备实施肺动脉CTA检查, 将设备参数设置为: 管电压80/100kV、管电流为智能mAs, 层厚为5mm, 间距为5mm, 旋转时间为0.35s/周。检查前与患者做好相应的沟通工作, 让患者听从指导工作, 患者选择仰卧位, 并将双手举过头顶, 体位调整好后, 对其双膝、踝关节进行固定处理, 避免患者在扫描检查过程中出现肢体移动。患者在检查过程中要注意屏气, 从患者的主动脉弓上10mm处开始扫描, 扫描至患者膈顶水平, 从头侧到足侧。通过高压注射器

【第一作者】 刘勇玲, 女, 主治医师, 主要研究方向: 呼吸系统和心血管疾病的诊断。E-mail: aewkj10@126.com

【通讯作者】 刘勇玲

经肘部静脉为患者注入非离子型含碘对比剂，在注射过程中要注意对比剂是否出现了渗透，观察穿刺工作是否成功，根据对比剂应用剂量的不同为两组患者进行注射。对照组对比剂应用剂量为50mL，观察组应用剂量为30mL，两组注射速度均为4mL/s。对比剂注射后，应用对比剂阈值追踪触发技术，等达到了100HU时，则进行自动扫描，测量并记录患者肺动脉主干、左、右分支以及左、右肺部静脉增强后的CT数值，对所得图像进行多平面图像重建及容积重组，图像处理后再对其进行质量评估并由专业医师进行判断。对比剂剂量应用原则为1mL/kg来进行计算，最大剂量应用范围为：70~90mL，根据患者的体重来进行合理应用。

1.3 观察指标 观察两组患者的MSCT图像结果，主要是对比两组血管的强化情况以及图像质量，图像质量评估：(1)优质：患者肺动脉各分支表现为明显强化。CT数值提示肺动脉主干、左右分支≥450HU，左右肺部静脉为200HU~300HU。患者主动脉血管无明显显影，而肺部静脉血管强化程度显著低于肺动脉，患者上腔静脉、右心房所应用的对比剂为正常应用浓度；(2)良好：患者肺动脉各个分支均有强化迹象。CT数值提示肺动脉主干、左右分支>450HU，左右肺部静脉<200HU、≥150HU，主动脉血管显影结

果不明显，肺部静脉血管强化程度低于肺部动脉，而对比剂浓度与正常浓度相比略有偏高；(3)一般：患者肺部动脉各分支血管均有强化。CT数值提示肺动脉主干、左右分支≥450HU，左右肺部静脉<250HU、≥200HU，主动脉血管出现轻度强化，肺部静脉血管强化程度略低于肺部动脉，而对比剂浓度与正常浓度相比明显更高。

1.4 统计学方法 采用SPSS 21.0分析，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，经t检验，计数资料经 χ^2 检验，以(%)表示，差异有统计学意义为P<0.05。

2 结 果

2.1 不同剂量对比剂应用中的血管强化情况 经对比后发现两组所应用的剂量均符合临床评价工作标准，对比结果无统计学差异(P>0.05)；对照组强化后的左肺静脉、右肺静脉CT数值均高于观察组(P<0.05)，详见表1。

2.2 两组图像质量对比 对照组图像质量优化率与观察组对比无统计学差异(P>0.05)，详见表2。

表1 不同剂量对比剂应用中的血管强化情况

组别	例数	胸主动脉	肺动脉左分支	肺动脉右分支	左肺静脉	右肺静脉
对照组	78	516.85±95.69	489.35±84.74	479.58±83.16	256.98±51.34	268.92±49.87
观察组	78	519.87±81.54	493.55±92.81	473.61±81.26	106.55±43.16	126.59±31.25
t		0.212	0.295	0.453	19.808	21.359
P		0.832	0.768	0.651	0.001	0.001

表2 两组图像质量对比(%)

组别	例数	优质	良好	一般	总优良率
对照组	78	45	30	3	75(96.15)
观察组	78	46	30	2	76(97.44)
χ^2					0.207
P					0.649

3 讨 论

PE患者主要以50岁~60岁群体为主，而50岁以上的PE患者出现死亡的风险系数相对较高，且20~39岁女性出现深静脉血栓的概率则要比同龄男性更高，但是40岁以下的PE患者多是因为基因缺陷所致，除基因因素外，绝大部分PE患者都是因为下肢静脉性疾病所诱发的PE，比如有研究数据反映，超50%的下肢深静脉血栓患者都会出现PE病症，若不及时为PE患者实施临床治疗与干预，患者的身体健康及生命安全都将受到严重威胁。PE之所以具备如此高的致死率，与其病理特征有着密不可分的联系，临床研究发现PE患者的肺部功能及呼吸功能都会受到影响，而具体影响如下：①患者肺泡死腔将增加；②患者将出现通气功能方面的障碍，导致患者出现出现呼吸困难；③患者肺泡表面活性物质将减少，出现肺萎陷；④加大患者出现肺梗死的概率。除此之外，还将影响到患者的循环功能，如导致患者肺血管阻力、肺部动脉压增高以及右心室后负荷增加等。在临床治疗中，可能诱发的PE因素较多，常见高危因素为：外科手术治疗、急性慢性内科疾病、恶性肿瘤、激素水平、血栓倾向以及其他因素等^[6-8]。

针对PE的诊断，以数字减影血管造影技术(DSA)、肺通气灌注核素扫描以及超声心动图等，但是由于受到技术以及检查范围等因素的限制，这些方法并不是高效且全面地为PE患者实施检查，均存在一定程度的局限性，其中DSA检查结果被认为是诊断肺动脉栓塞的“金标准”，DSA诊断项目属于是有创性检查，容易导致患者出现并发症，不容易被患者群体所接受。与其他检查技术相比，肺动脉CTA技术具有扫描速度快、无创以及可重复等优势，且多层螺旋(MSCT)与常规的CT技术相比，则更具备较高

的敏感性以及强大的图像处理能力，MSCT肺动脉CTA能够更为直观地显示出PE患者肺动脉出现的栓塞部位以及栓子的形态大小，甚至可以显示出患者血管的分支形态以及走向，也因此检查技术具有如此理想的检查效果，使得它在肺栓塞临床诊断中发挥了很高的特异性与敏感性，CTA检查技术被多个国家视为肺动脉栓塞的首选检查方案^[9-11]。总而言之，CTA检查技术是将CT增强与薄层、大范围、快速扫描技术等相结合而成的检查技术，可显示出患者全身各个部位的血管情况，在血管变异、血管疾病以及显示病变与血管关系方面都具有重要的医用价值。为PE患者应用常规CT检查时，为了保持临床扫描区域长时间的处于高强化状态，需要为患者输注大剂量的对比剂，以此来达到较为理想的检查效果，然而MSCT的扫描速度则更快，扫描时间窗口缩短后，就不再需要维持较长时间的高强化状态，换言之MSCT检查项目不需要为患者输注大剂量的对比剂。对比剂剂量的减少将大大减少患者出现毒副作用的概率，患者后续出现肾损伤的风险更低；然而，对比剂剂量的减少，也有可能影响到检查区域中各血管的强化CT数值，可能会降低患者检查图像的质量^[12]。因此，关于对比剂应用剂量的增减问题，应基于图像质量来考量，如果只能确保检查图像的质量，可以在相应范围内减少对比剂的应用。PE患者的影像学诊断主要是依靠栓子的显示，从临床应用情况来看，CTA诊断PE的敏感性为83%，特异性为96%，阴性预测数值为86%，而对叶及以上动脉的阴性预测数值则可以达到97%，段动脉阴性预测值为68%，段以下动脉的预测数值则为25%。CTA检查在PE中的直接征象为：肺部动脉内呈结节状、条状、分支状以及不规则形态的充盈缺损，同时对对比剂的远端将出现杯口状

改变,表现出部分阻塞或完全阻塞或中心性充盈缺损,而较大的栓子则为跨越数级肺动脉,并呈现为肺动脉铸型;除了直接征象外,PE患者还将出现间接征象:①PE患者将出现肺部动脉高压,栓塞近端的肺部动脉将出现扩张,远端肺部动脉分支则相对更为纤细,即呈现为残根征;②PE患者可能表现为右心功能不全,心影有明显的增大迹象,胸腔中有积液,胸膜肥厚明显;③梗塞区域将出现明显的肺灌注不均匀,患者相邻肺实质密度不均匀,呈现为“马赛克征”,合并肺梗死则将呈现为尖端指向肺门的三角形高密度影,而局限性肺透亮度将增加,出现肺部纹理稀少胸腔积液等现象^[13-14]。

本研究结果提示：经对比后发现两组所应用的剂量均符合临床评价工作标准，对比结果无统计学差异($P>0.05$)；对照组强化后的肺动脉主干CT数值均高于观察组($P<0.05$)；对照组图像质量优化率与观察组对比无统计学差异($P>0.05$)。说明为PE患者实施CTA检查时，可以应用较低剂量的对比剂，其所得血管强化的CT数值能够满足PE临床检查的理想化图像标准；在患者的各级肺部动脉腔内，对比剂的浓度都相对较高，CT数值强化后也出现了明显的增高，可为临床提供清晰的显影结果，而肺部静脉则没有显影或显影结果较弱，强化程度更低于肺部动脉，基本符合肺部动脉、肺部静脉影像方面的区别标准。另有研究数据提示，肺动脉CTA成像检查技术下的CT数值、背景噪音、SNR、CNR等均低于常规的CT检查数值，但是最终的检出率并无明显差异，出现这种结果可能是对比剂肺动脉CTA成像检查降低了对比剂的应用剂量，对传统CT检查模式下的管电压、管电流也有所调整，有效降低扫描辐射剂量。背景噪音问题若较为严重，将影响临床对软组织的观察，不过对血管的成像结果则不会构成干扰，因此与常规的CT检查相比，低剂量CTA肺栓塞检查项目也更具临床优势，可在确保图像质量的前提下，为患者应用更低的对比剂剂量，对患者的伤害也相对更小^[15]。

综上所述,针对肺动脉栓塞患者,可为其实施低对比剂肺动脉CTA检查,低剂量CTA检查仍能获取较为理想的图像质量,为临床诊断工作提供客观可靠的肺动静脉影像数据。

参考文献

- [1] 胡灯元, 杜文杰. 低剂量对比剂肺动脉CTA成像检查肺动脉栓塞的临床价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(11): 2007-2009.
- [2] 邢小明, 邓利华, 张春, 等. 64层CT肺减影成像联合肺动脉CTA诊断急性肺栓塞的初步探究[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(5): 5-7.
- [3] 罗立峰, 田丰, 王俊鹏, 等. 应用低剂量对比剂肺动脉CTA成像检查肺动脉栓塞的可行性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 79-81.
- [4] 吴丽君. 双源螺旋CT大螺距Flash模式在肺动脉CTA成像技术中的应用[J]. 现代医用影像学, 2021, 30(12): 2304-2306.
- [5] 杨元芬. 双源CT Flash模式相关低参数肺动脉CTA研究[J]. 现代医药卫生, 2021, 37(23): 4072-4075.
- [6] 张慧, 党小珂, 马明. 肺动脉栓塞患者CT血管成像诊断分析[J]. 医药论坛杂志, 2021, 42(18): 62-64.
- [7] 李纪华. 探讨256层iCT三低成像在肺动脉CTA中的应用[J]. 现代医用影像学, 2021, 30(9): 1640-1642.
- [8] 郭强, 文正青, 孔伟, 等. 个体化双流注射法在64排螺旋CT肺动脉成像中的应用[J]. 海南医学, 2021, 32(15): 1994-1997.
- [9] 谢起伟, 徐敏涛, 鲍国峰, 等. CT血管成像在不同首发症状肺动脉栓塞的表现及应用价值研究[J]. 实用医技杂志, 2021, 28(7): 877-879.
- [10] 夏恩伟, 赵小刚. 低体积与常规体积对比剂在肺动脉计算机体层血管成像中的效果比较[J]. 中国乡村医药, 2020, 27(23): 56-57.
- [11] 周青, 杨洁, 吴佳鑫. 宝石能谱CT两种扫描模式在肺动脉CT血管成像中应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(9): 68-69.
- [12] 冯永恒, 李军, 高瑞雪, 等. 4D-CT血管成像技术在急性肺栓塞患者肺动脉成像中的应用价值[J]. 医疗装备, 2020, 33(4): 8-9.
- [13] 高洪媛, 李兆立, 邹新华. 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[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(2): 26-28.
- [14] 刘焕美, 赵启华, 赵晓梅. 大剂量氨甲磺酸致肺动脉栓塞死亡1例[J]. 罕少疾病杂志, 2003, 10(4): 42-42.
- [15] 李卫平, 曾秋华. 多层螺旋CT肺动脉成像在肺动脉栓塞诊断中的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2010, 17(3): 19-21.

(收稿日期: 2023-05-25)

(校对编辑：韩敏求)

(上接第67页)

参考文献

- [1]Ranzani OT, Senussi T, Idone F, et al. Invasive and non-invasive diagnostic approaches for microbiological diagnosis of hospital-acquired pneumonia[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 51.
- [2]Dhungana A, Thapa A. Flexible bronchoscopic removal of a forgotten intrabronchial foreign body[J]. J Nepal Health Res Council, 2019, 16: 470-472.
- [3]李姗姗. 纤维支气管镜灌洗治疗不同病程小儿大叶性肺炎疗效观察[J]. 中国妇幼保健, 2015, 30(19): 3.
- [4]Morley D, Torres A, Cilloniz C, et al. Predictors of treatment failure and clinical stability in patients with community acquired pneumonia[J]. Ann Transl Med, 2017, 5: 443.
- [5]Kishimoto T. IL-6: From its discovery to clinical applications[J]. Int Immunol, 2010, 22: 347-352.
- [6]Ramirez P, Ferrer M, Gimeno R, et al. Systemic inflammatory response and increased risk for ventilator-associated pneumonia: a preliminary study[J]. Crit Care Med, 2009, 37: 1691-1695.
- [7]Yende S, D' Angelo G, Kellum JA, et al. Inflammatory markers at hospital discharge predict subsequent mortality after pneumonia and sepsis[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2008, 177: 1242-1247.
- [8]Cavalcanti M, Ferrer M, Ferrer R, et al. Risk and prognostic factors of ventilator-associated pneumonia in trauma patients[J]. Crit Care Med, 2006, 34: 1067-1072.

- [9] Martinez R, Menendez R, Reyes S, et al. Factors associated with inflammatory cytokine patterns in community-acquired pneumonia [J]. *Eur Respir J*, 2011, 37: 393-399.
- [10] Christ-Crain M, Opal SM. Clinical review: the role of biomarkers in the diagnosis and management of community-acquired pneumonia [J]. *Crit Care*, 2010, 14: 203.

(收稿日期: 2022-05-25)

(校对编辑：韩敏求)