

· 论著 ·

多层螺旋CT双低技术扫描对肺动脉血管成像图像质量的影响

于丹丹* 崔萌萌

郑州市第六人民医院医学影像科(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探究多层螺旋CT双低技术扫描对肺动脉血管成像图像质量的影响。**方法** 70例疑似肺动脉栓塞患者，均接受肺动脉CT血管造影(CTA)检查，随机分为A组、B组，各35例，检查中分别实施常规多层螺旋CT扫描(管电压120kV，碘海醇350g/L)、双低技术扫描(管电压100kV，碘海醇270g/L)，均以iDose⁴图像重建，以肺动脉造影结果为“金标准”，比较两种扫描方式诊断效能及对肺动脉血管成像图像质量的影响。**结果** B组诊断准确度、灵敏度、特异度水平与A组相近($P>0.05$)；B组图像质量评分、图像对比信噪比(CNR)、信号信噪比(SNR)水平均与A组相近($P>0.05$)；B组肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉、左上叶肺动脉CT值水平均与A组相近($P>0.05$)；B组肺动脉扫描容积CT剂量指数(CTDIvol)、计量长度乘积(DLP)、平均用碘剂量水平均较A组低($P<0.05$)。

结论 应用双层螺旋CT双低技术扫描，与常规扫描方法相比，可获得相近检查效果，但可降低用碘量，安全性更理想。

【关键词】 双层螺旋CT；双低技术扫描；肺动脉血管成像

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2023.09.019

Effect of Multi-slice Spiral CT Dual Low Technology Scanning on Image Quality of Pulmonary Artery Angiography

YU Dan-dan*, CUI Meng-meng.

Medical Imaging Department of Zhengzhou Sixth People's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Abstract: *Objective* To explore the influence of dual low technology multi-slice spiral CT scanning on the image quality of pulmonary artery angiography.

Methods 70 patients suspected of pulmonary embolism were examined by pulmonary artery CT angiography (CTA). They were randomly divided into group A and group B, 35 patients in each group. During the examination, conventional multi-slice spiral CT scanning (tube voltage 120kV, iohexol 350g/L) and dual low technology scanning (tube voltage 100kV, iohexol 270g/L) were performed respectively. All patients were reconstructed with iDose⁴ images. The results of pulmonary angiography were the gold standard, To compare the diagnostic efficacy of the two scanning methods and their influence on the image quality of pulmonary artery angiography. **Results** The diagnostic accuracy, sensitivity and specificity of group B were similar to those of group A ($P>0.05$); The image quality score, image contrast signal to noise ratio (CNR) and signal to noise ratio (SNR) in group B were similar to those in group A ($P>0.05$); The CT values of main pulmonary artery, left pulmonary artery, right pulmonary artery and left upper lobe pulmonary artery in group B were similar to those in group A ($P>0.05$); The volume CT dose index (CTDIvol), measurement length product (DLP), and average iodine dose level of pulmonary artery scanning in group B were lower than those in group A ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with the conventional scanning method, the double low technique scanning with double spiral CT can achieve similar results, but it can reduce the amount of iodine used and has better safety.

Keywords: Double Layer Spiral CT; Double Low Technology Scanning; Pulmonary Artery Angiography

多层螺旋CT肺动脉血管成像，为疑似肺动脉栓塞重要检查方法，通过注射碘对比剂，观察碘对比剂在对动脉流动情况，进行肺动脉狭窄、栓塞诊断评估^[1]。但血管造影检查具有一定辐射性，且其辐射强度与检查参数有关，包括管电压、碘对比剂用药剂量等。目前在应用多层螺旋CT肺动脉血管成像检查中，主要参数为管电压120kV，管电流为300mA，碘对比剂为350g/L，所获得血管成像图像质量良好，可有效进行疾病诊断，但此种参数下辐射剂量相对较大，可能会增加患者辐射性损伤及医源性肾损伤^[2]。下调管电压，减少碘对比剂用药剂量，可减少患者辐射剂量，其中多层螺旋CT双低技术，指在检查期间在下调管电压同时，减少碘对比剂给药剂量，但可能会影响图像质量，影响疾病诊断质量^[3]。为此，本次研究选70例疑似肺动脉栓塞接受肺动脉CT血管造影(CTA)检查患者，探究多层螺旋CT双低技术对其诊断及图像质量影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 70例疑似肺动脉栓塞患者，均接受肺动脉CT血管造影(CTA)检查；两组患者入组时间为2020年1月至2022年10月。随机分为A组、B组，各35例；A组男/女=19/16，年龄34~61岁，平均(45.63 ± 8.87)岁；B组男/女=20/15，年龄(46.11 ± 9.20)岁；两组一般资料相近($P>0.05$)；研究中所选患者均符合我院医学伦理委员会审核标准。

纳入标准：存在呼吸困难、咯血、胸痛等疑似肺动脉栓塞症状；均于我院接受治疗；均接受肺动脉CTA检查；对研究知情同意。**排除标准：**碘对比剂过敏；存在精神性疾病，不可配合完成研究；严重肝肾功能障碍；检查期间严重对比剂不良反应。

1.2 方法 (1)仪器：西门子双源256层螺旋CT扫描仪；(2)方法：扫描范围：患者仰卧位，经足侧向头侧方向扫描，扫描范围为肺底部至肺尖；扫描参数：A组应用常规参数扫描：管电流300mA，管电压120kV，碘海醇350g/L；B组应用双低技术扫描：管电流300mA，管电压100kV，碘海醇270g/L；碘海醇注射方法：应用高压注射器，经周静脉团注碘海醇，注射速度为4mL/s，后以4mL/s注射30mL生理盐水；扫描方法：应用跟踪触发技术，设置触发阈值为100Hu，延迟时间为5s；将扫描获得的图像应用iDose⁴图像重建，将肺主动脉干设置为感兴趣区域，观察肺主动脉显影连续性，若出现肺动脉内充盈缺损、血管截断则确诊为肺动脉栓塞，并进行CT值测量。

1.3 观察指标 (1)以肺动脉造影检查结果为“金标准”，比较两种扫描方法诊断效能；(2)比较两组图像质量：采用盲法评价，取最终平均值，评分范围1~5分，分数高表示图像质量好；肺动脉主干对比信噪比(CNR)、信号信噪比(SNR)；(3)比较两组扫描安全性：CT值(肺主动脉干、左右肺动脉、左上叶肺动脉)；肺动脉扫描容积CT剂量指数(CTDIvol)、计量长度乘积(DLP)、平均用碘剂量(平均用碘剂量=对比剂体积×碘浓度/体重)。

【第一作者】于丹丹，女，主管技师，主要研究方向：CT影像技术。E-mail: qingyunjia32@126.com

【通讯作者】于丹丹

1.4 统计学方法 (%)表示计数资料, ($\bar{x} \pm s$)表示符合正态分布的计量资料, 分别以 x^2 、t检验; 统计学结果验证标准为 $P < 0.05$; 统计学软件为SPSS 24.0。

2 结 果

2.1 诊断结果 B组对肺动脉栓塞诊断中, 准确度、灵敏度、特异度为94.29%、96.43%、85.71%, 均与A组97.14%、100.00%、87.50%相近($P > 0.05$), 见表1、表2。

2.2 图像质量 B组图像质量评分、肺动脉主干CNR、SNR水平均与A组相近($P > 0.05$), 见表3。

2.3 扫描安全性 B组肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉、左上叶肺动脉CT值水平均与A组相近($P > 0.05$); B组CTDlvol、DLP、平均用碘剂量水平均较A组低($P < 0.05$), 见表4。

表1 诊断结果

常规扫描	金标准		合计	双低技术扫描	金标准		合计
	阳性	阴性			阳性	阴性	
阳性	27	1	28	阳性	27	1	28
阴性	0	7	7	阴性	1	6	7
合计	27	8	35	合计	28	7	35

表2 诊断效能[%(n/n)]

扫描方法	准确度	灵敏度	特异度
常规剂量扫描	97.14(34/35)	100.00(27/27)	87.50(7/8)
双低技术扫描	94.29(33/35)	96.43(27/28)	85.71(6/7)
χ^2	0.348	0.982	0.010
P	0.555	0.322	0.919

表3 图像质量

组别	n	图像质量评分(分)	CNR	SNR
A组	35	4.81±0.10	86.45±9.68	103.34±21.07
B组	35	4.77±0.14	84.40±8.87	99.65±18.41
t		1.375	0.924	0.780
P		0.174	0.359	0.438

表4 扫描安全性

组别	n	CT值(Hu)				CTDlvol(mGy)	DLP(mGy·cm)	平均用碘剂量
		肺动脉主干	左肺动脉	右肺动脉	左上叶肺动脉			
A组	35	428.64±54.58	430.75±69.54	410.07±58.72	415.43±57.84	9.24±1.22	372.69±61.57	15726.25±3452.11
B组	35	417.72±61.07	421.00±58.75	406.77±43.29	409.88±48.50	3.48±0.81	128.81±29.63	9782.17±1024.73
t		0.789	0.634	0.268	0.435	23.270	21.116	9.766
P		0.433	0.528	0.790	0.665	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨 论

肺动脉栓塞为临床常见胸外科疾病, 发病原因与静脉血栓、心脏病、肿瘤、妊娠及分娩等多种因素有关, 发病后其临床症状与栓塞程度、栓塞速度、心肺基础状态有关。若症状较轻, 仅累及2~3个肺段, 对患者心肺循环无明显影响, 因此可能并不会表现出明显临床症状, 但若累及肺段数量增加, 则会出现明显临床症状, 表现为急性肺心病、肺梗死突然呼吸困难、不能解释的呼吸困难、肺动脉高压等症状, 严重者可累及15~16个肺段, 发生休克或猝死, 威胁其生命安全。因此需加强诊断并尽早治疗, 以避免疾病进展, 保证患者生命安全。而肺动脉栓塞缺少特异性, 需有效鉴别诊断并积极治疗, 以改善预后。

在对该病临床诊断中, 心电图、动脉血气、胸部X线片、超声心动图等均为常见诊断方案, 但一般为排除性诊断方案, 主要目的为鉴别心源性梗死。其诊断“金标准”为肺动脉造影检查, 通过直接征象观察肺动脉腔内充盈缺损或完全阻断, 间接征象为造影剂流动缓慢, 局部低灌注, 静脉回流延迟情况, 具灵敏度高、特异度高等特点。但随血管口径变小, 其诊断准确性随之下降, 且此种检查方式为有创检查, 在检查期间可能会出现较严重并发症; 同时此种方案检查费用较高, 目前认为在所有非侵入性检查无法明确下, 可将肺动脉造影作为补充检查方式。多层螺旋CT、MRI技术均为肺动脉栓塞主要影像学检查方案。其中普通MRI能够显示段以上肺动脉内栓子, 诊断灵敏度、特异度理想, 但对外周肺动脉显影不理想, 易出现误诊、漏诊情况。磁共振血管造影技术(MRA)能够显示外周肺动脉, 与多层螺旋CT相比, 无辐射作用, 且对段以下肺动脉栓子敏感度理想。但此种方案诊断费用较高, 且若存在金属植入物、幽闭空间恐惧症情况, 则无法通过MRI技术进行诊断。多层螺旋CT, 在诊断中, 具诊断用时短, 诊断准确度理想等优势, 在检查中可清晰探查到肺动脉主干、肺叶、肺段动脉内的栓子, 影像学特征表现为肺动脉充盈缺损、血管截断, 但其同样存在对亚段、外周肺动脉栓子敏感性有限情况^[4]。但随CT三维重建技术发展, 通过对检查结果三维立体显示, 可提升对肺内所有血管诊断敏感度, 满足诊断需求。

在多层螺旋CT对肺动脉栓塞诊断中, 常见扫描参数为管电流300mA, 管电压120kV, 碘海醇350g/L。其中管电压主要目的为增强电离辐射, 以提升信号穿透能力, 保证扫描图像清晰度。碘

海醇肘静脉团注, 主要目的为通过利用碘离子增强局部对比度, 以了解局部血运情况, 进行疾病诊断。但常规参数扫描期间, 电离辐射相对较大, 而大剂量辐射会增加机体辐射性损伤, 甚至增加癌变发生风险^[5-6]。同时碘对比剂需要经肾脏代谢, 若其用药剂量较高, 则会增加肾脏负荷, 增加医源性肾损伤发生风险, 且碘对比剂用药剂量增加, 可能会使患者发生腹泻、面部发红、恶心呕吐、结膜出血等不良反应, 严重者可能会出现低血压、意识模糊等严重不良反应^[7-8]。因此, 目前在临床应用多层螺旋CT增强扫描过程中, 更倾向于如何在不影响图像质量基础上, 降低患者电离辐射剂量。

下调管电压参数、减少碘对比剂使用剂量, 均为降低电离辐射主要环节。有研究发现, 低管电压、小剂量造影剂, 均会降低电离辐射。双低技术, 指在检查中同步降低管电压及造影剂用量的检查方式^[9]。目前此种技术在冠状动脉狭窄诊断中应用频率较高, 可较好的满足患者冠状动脉粥样硬化、栓子形成检出情况^[10-11]。但在对肺动脉栓塞诊断中, 因对亚段、外周肺动脉栓子诊断敏感性有限, 尽管通过三维重建技术可较好的还原肺动脉栓塞情况, 但管电压水平下降、造影剂用药剂量下降, 可能会影响局部肺动脉栓塞诊断对比质量, 出现图像信噪比下降等情况, 影响最终诊断质量。

本次研究中, 对B组患者检查中利用双低技术, 即将扫描参数设置为管电流300mA, 管电压100kV, 碘海醇270g/L, 管电压下调20kV, 碘海醇剂量下调80g/L, 以肺动脉造影检查结果为“金标准”, 结果显示, B组对肺动脉栓塞诊断中, 准确度、灵敏度、特异度为94.29%、96.43%、85.71%, 均与A组97.14%、100.00%、87.50%相近($P > 0.05$), 说明与常规多层螺旋CT扫描相比, 应用双低技术完成多层螺旋CT检查并未显著降低诊断效能, 考虑原因为, 肺动脉栓塞临床诊断中, 应用常规多层螺旋CT扫描, 因管电压、管电流充足, 可较好的通过X线穿透作用进行肺动脉血管内栓塞情况诊断, 而其检查结果中出现1例假阳性情况, 分析原因与患者本身肺动脉管腔狭窄、血流速度缓慢有关, 因此出现误诊情况; 而在对B组患者诊断中, 出现1例假阳性、1例假阴性情况, 经分析发现, 与其肺外周动脉栓塞显影不完全有关, 出现误诊情况。

(下转第69页)

组织，同时保留患者的输卵管，利于提高术后受孕率^[17-18]。加上该术式对正常输卵管的损伤较小，因此对提高输卵管再通率和术后的生殖状态具有重要意义^[19-20]。同时需注意腹腔镜手术对临床医师的操作水平要求较高，医师需严格掌握腹腔镜手术适应症才可进行手术，术后还需对患者进行随访，定期到院检查，避免出现二次宫外孕。

综上所述，腹腔镜保守手术可有效改善宫外孕患者围术期指标，改善凝血功能，降低人绒毛膜促性腺激素水平，提高生活质量及术后受孕率。

参考文献

- [1] 崔培培. 探讨彩色多普勒超声在先天性纵隔子宫早、中、晚期妊娠及异位妊娠中的诊断价值[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(1): 68-69.
- [2] 王艳, 方俊华, 佐满珍. 腹腔镜开窗取胚术联合甲氨蝶呤局部注射与药物保守治疗异位妊娠后再次妊娠的临床对比研究[J]. 腹腔镜外科杂志, 2017, 22(3): 223-226.
- [3] 杜爱平. 开腹手术与腹腔镜手术治疗输卵管妊娠的临床效果及对术后受孕率影响的对比研究[J]. 中国妇幼保健, 2018, 33(23): 5536-5538.
- [4] 李玉蓉, 段元丽. 腹腔镜手术在异位妊娠患者中的应用效果及对再次异位妊娠率的影响[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(9): 111-113.
- [5] 谢伟, 俞敏. 腹腔镜输卵管切除术对异位妊娠患者的血清β-HCG, 血常规及C反应蛋白水平和生育结局的影响[J]. 中国医药导报, 2021, 18(9): 126-129.
- [6] 中华中医药学会. 中医妇科常见病诊疗指南[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2008: 49-53.
- [7] 高红艳, 孙光宇, 陈继明, 等. 两种输卵管妊娠手术方式的临床对比分析[J]. 罕少疾病杂志, 2016, 23(6): 32-34.
- [8] 公小迪, 刘平, 马成斌. 宫腔镜下输卵管插管通液术对于异位妊娠腹腔镜输卵管切除术后生育结局的影响[J]. 中国妇产科临床杂志, 2019, 20(5): 437-438.
- [9] 田粉妮, 师亚娥, 袁峰. 单孔腹腔镜手术治疗异位妊娠疗效及对患者神经肽Y和P物质水平的影响[J]. 陕西医学杂志, 2020, 49(11): 1426-1428.
- [10] He L Q, Cai X Z, Wang Y, et al. Effect of GnRH-a therapy following conservative laparoscopic surgery for endometriosis on clinical pregnant rate in patients with endometriosis-associated infertility[J]. Journal of Southern Medical University, 2018, 38(5): 596.
- [11] 范昱, 李艳春, 陈晶, 等. 腹腔镜下异位妊娠术的治疗效果及对患者炎症细胞因子水平的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(18): 4372-4374.
- [12] Galanis A, Zikopoulos A, Moulis E, et al. Successful conservative medical management of an interstitial ectopic pregnancy at 10 weeks of gestation: A case report[J]. Case Reports in Women's Health, 2020, 29(7): 284.
- [13] Khezri M B, Akrami A, Majdi M, et al. Effect of cryotherapy on pain scores and satisfaction levels of patients in cataract surgery under topical anesthesia: a prospective randomized double-blind trial[J]. BMC Research Notes, 2022, 15(1): 234.
- [14] 陈俊杰. 开腹与腹腔镜下输卵管吻合术的回顾性队列研究及术后妊娠率影响因素分析[J]. 中国妇产科临床杂志, 2021, 22(4): 375-378.
- [15] 王心仪的, 乔晓林, 郭红霞, 等. 腹腔镜输卵管开窗取胚术治疗宫外孕患者54例疗效观察及术后中远期随访研究[J]. 中国医师杂志, 2018, 20(5): 735-737.
- [16] 汪玉莲, 温勤坚, 王亚, 等. 异位妊娠患者行腹腔镜手术与甲氨蝶呤保守治疗的临床效果及对再孕影响的对比分析[J]. 中国病案, 2019, 10(2): 107-109.
- [17] 叶晖, 王青, 龚玉婷, 等. 甲氨蝶呤配合腹腔镜手术对异位妊娠病人临床疗效及性生活质量的影响研究[J]. 中国性科学, 2019, 28(5): 99-102.
- [18] 韦海桃. 甲氨蝶呤联合腹腔镜手术治疗异位妊娠疗效评价及对患者血清人绒毛膜促性腺激素的影响[J]. 中国生育健康杂志, 2018, 29(1): 68-70.
- [19] 侯红艳, 吕爱红. 宫外孕腹腔镜术围手术期护理研究[J]. 罕少疾病杂志, 2018, 25(2): 80-82.
- [20] 荆金岩, 邢健, 杨景亮, 等. 3.0T磁共振在异位妊娠诊断的临床价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(10): 112-115.

(收稿日期: 2022-11-25)

(校对编辑: 谢诗婷)

(上接第47页)

本次研究结果显示，B组图像质量评分、肺动脉主干CNR、SNR水平均与A组相近($P>0.05$)，说明与常规多层螺旋CT检查相比，应用双低技术完成多层螺旋CT扫描，并未影响图像质量，考虑原因为，图像质量评分中，评分范围1~5分，分数高提示图像清晰度越低，但本次研究结果可见，A组、B组图像质量评分分别为(4.81±0.10)分、(4.77±0.14)分，即多数患者分值范围均>4.5分，图像清晰度较好，可满足临床诊断需求，考虑原因可能与双低技术并未显著降低图像对比信噪比有关；而研究结果中，B组肺动脉主干CNR、SNR水平均与A组相近，考虑原因为，CNR为评估图像质量的物理指标，用于图像质量控制、性能比较及缺陷检测的定量评估指标，指图像中感兴趣区域与背景之间的对比度，其水平越大，说明感兴趣区域信号与背景信号存在明显差别，提示图像质量理想；SNR主要表示在背景信号中目标信号强度，其水平越高，图像质量约好^[12]；而本次研究中两组并未见肺主动脉CNR、SNR水平差异，提示多层螺旋CT双低技术检查中，其显影效果并未受到显著影响，可基本满足诊断需求。

本次研究结果显示，在CT值比较中，B组肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉、左上叶肺动脉CT值水平均与A组相近($P>0.05$)，说明在进行肺动脉栓塞诊断中，多层螺旋双低技术可在不同肺动脉段获得相似CT值结果，考虑原因为，王晗^[13]在研究中进行体模实验进行双低技术最佳值筛选，在其研究结果中发现，在对肺动脉栓塞技术诊断中，血管内CT值满足350~550Hu时，即可满足该病临床诊断，而本次研究结果中，A组在肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉、左上叶肺动脉中，CT平均值均>400Hu，因此在其临床诊断中，表现出良好诊断效能；同时在本次研究结果中发现，B组患者诊断中，尽管在上述肺动脉段CT值平均值观察中，其水平略低于A组，刚刚超过400Hu，但经统计学结果计算，并未存在显著统计学差异，且其指标基本超过350Hu，提示可能为双低技术并未显著降低图像质量及诊断效能原因。

本次研究结果显示，B组CTDlvol、DLP、平均用碘剂量水平均较A组低($P<0.05$)，提示与A组相比，B组多层螺旋双低技术检查中，可降低辐射剂量，减少用碘剂量，考虑原因为，CTDlvol为临床常用CT辐射剂量评估指标，主要反映整个螺旋CT扫描容积中层平面平均剂量，DLP指患者接受一次CT曝光后接受的总辐射剂量，其水平越高，提示患者受到的辐射剂量越大；而患者在多层螺旋CT扫描过程中，管电压、碘对比剂使用量水平降低，为降

低患者在扫描检查过程中辐射剂量主要原因，并且通过平均用碘剂量水平，可进一步说明，B组双低技术扫描方案具降低患者检查期间辐射剂量的效果。富青^[14]在对肺栓塞患者诊断中应用双低技术检查，结果显示，与常规多层螺旋CT扫描参数检查比较，两组患者在各级肺动脉CT值比较中并未见显著差异，以本次研究结果一致，但其研究发现，双低技术患者背景噪声较常规组高，与本次研究结果不一致，分析原因与本次研究中具体扫描参数数值存在明显差异有关，即该研究双低技术中管电压为70kV，对比剂总量为16mL，较本次低，可能为本次研究结果并未影响图像质量的原因。

综上所述，应用双层螺旋CT双低技术扫描，与常规扫描方法相比，可获得相近检查效果，但可降低用碘量，安全性更理想。

参考文献

- [1] 郑锦滨, 王寿扬, 李颖珊, 等. 超声心动图与多层螺旋CT心血管参数联合收缩压对预测肺动脉高压的比较分析[J]. 心脑血管病防治, 2020, 20(5): 456-459+463.
- [2] 姚杰, 葛卫卫, 张秋妹, 等. 低管电压和低浓度对比剂结合Idose4迭代算法在CT对肾动脉血管成像的应用[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(2): 280-284.
- [3] 李飞. 低管电压低剂量低浓度造影剂在增强CT检查中预防造影剂肾病的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(3): 92-94.
- [4] 辜进成, 钱伟军. 多层螺旋CT检查在恶性胸膜间皮瘤中的临床价值[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(6): 31-42.
- [5] 李立强, 张振明, 董险峰, 等. 小剂量低辐射手动触发技术在CT肺动脉血管成像中的应用价值[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(12): 1490-1493.
- [6] 尹晓寅, 张振明, 董险峰, 等. 小剂量造影剂联合不同电压对CT肺动脉造影图像质量的影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(11): 1389-1393.
- [7] 叶浩瀚, 刘志锋, 蔡金辉, 等. 低管电压, 管电流, 对比剂剂量, 浓度与流速在非肥胖患者全腹CT中的应用[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(8): 60-63, 74.
- [8] 符立辉, 宋亭, 刘珏, 等. 双源CT低管电压联合高级迭代重建技术对肺癌的诊断价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(1): 34-37.
- [9] 劳美新, 韦永南, 齐宋秀, 等. "双低"CT扫描结合迭代重建技术在女性盆腔囊性病变诊断的应用价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(7): 79-80, 109.
- [10] 孙艳红, 侯海燕, 乔红艳. 256层螺旋CT"双低"技术在冠状动脉血管造影中的应用价值[J]. 医疗装备, 2022, 35(3): 14-17.
- [11] 张坚泉, 刘成荫, 李志. 双低剂量冠状动脉CT血管成像在老年冠心病筛查中的应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(14): 47-48.
- [12] 廖焕元, 林盛义, 程启彬. 等中心双低CT扫描联合迭代重建技术在肩关节创伤中的应用研究[J]. 吉林医学, 2020, 41(3): 530-532.
- [13] 王晗, 秦瑞玲, 周正, 等. 多层螺旋CT双低技术扫描在肺动脉血管成像中的应用[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(4): 496-500.
- [14] 富青, 杨明, 雷子乔, 等. 基于第3代双源CT双低检查技术在肺栓塞成像的临床应用研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2020, 40(9): 712-716.

(收稿日期: 2022-11-25)

(校对编辑: 孙晓晴)