

不同剂量CT肺动脉成像评估肺动脉高压严重程度

麻祯媛, 邹莹, 廖玉荣, 曹治婷, 陆柳媚
柳州市人民医院放射科, 广西 柳州 545007

【摘要】目的:探讨不同剂量电子计算机断层扫描肺动脉成像(CTPA)对肺动脉高压(PH)严重程度的评估价值。**方法:**选取确诊为PH患者70例,根据随机数字表法将其分为常规组和小剂量组,每组各35例。常规组采用60~80 mL对比剂进行扫描,小剂量组采用35 mL对比剂进行扫描。比较两组平均肺动脉CT值、对比噪声比(CNR)、图像信噪比(SNR)、有效剂量(ED)及图像评分;不同剂量CTPA对PH严重程度诊断率;不同剂量CTPA对PH严重程度诊断效能。**结果:**与常规组比较,小剂量组CT值、CNR显著增高,ED显著降低,差异有统计学意义($P<0.05$),两组SNR和图像评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);与常规组(80.00%)比较,小剂量组对PH严重程度的诊断率(91.43%)显著升高;与常规组比较,小剂量组CTPA诊断PH严重程度的灵敏度、特异性、准确度,阳性预测值、阴性预测值、ROC曲线下面积显著升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**不同剂量CTPA对PH严重程度的评估价值有所差异,小剂量评估价值更高,能够显著提高诊断的CT值、CNR、准确率,对临床有着一定的参考价值。

【关键词】电子计算机断层扫描肺动脉成像;肺动脉高压;CT值;对比噪声比;图像信噪比;有效剂量

【中图分类号】R816.41

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2020)11-1403-05

Assessment of the severity of pulmonary hypertension by CT pulmonary artery imaging with different doses

MA Zhenyuan, ZOU Ying, LIAO Yurong, CAO Zhiting, LU Liumei
Department of Radiology, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545007, China

Abstract: Objective To explore the value of computed tomography pulmonary angiography (CTPA) with different doses in evaluating the severity of pulmonary hypertension (PH). **Methods** 70 patients diagnosed with PH were selected and divided into a control group ($n=35$) and a low-dose group ($n=35$) according to random number table method. In the control group, 60-80 mL contrast media was used for scanning. In the low-dose group, 35 mL contrast media was used. The average pulmonary artery CT, contrast noise ratio (CNR), image signal noise ratio (SNR), effective dose (ED) and image score was compared between the two groups. The Effects of CTPA with different doses on the diagnostic rate of PH severity and its effects on the diagnostic efficacy of PH severity were also compared. **Results** Compared with the control group, the CT value and CNR of the low-dose group were significantly higher, the ED was significantly lower, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The differences in SNR and image scores between the two groups was not statistically significant ($P>0.05$). Compared with the control group (80.00%), the low-dose group had a significantly higher diagnosis rate (91.43%) for the severity of PH, Compared with the control group, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, negative predictive value, and area under ROC curve of the CTPA significantly increased in low-dose group when diagnosing the severity of PH, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The value of CTPA with different doses for the severity evaluation of PH is different. The value of small doses is higher, which can significantly improve the CT value, CNR and accuracy of diagnosis and has certain reference value for the clinic.

Keywords: computed tomography pulmonary angiography; pulmonary hypertension; ct value; contrast noise ratio; image signal noise ratio; effective dose

【收稿日期】2020-05-14

【基金项目】广西壮族自治区卫生和计划生育委员会科研课题(Z20180340)

【作者简介】麻祯媛,主管技师,研究方向:医学影像技术,E-mail: zj643885@163.com;邹莹,E-mail: nszbd6389@163.com(麻祯媛和邹莹并列第一作者)

【通信作者】廖玉荣,E-mail: 307967169@qq.com

前言

肺动脉高压(Pulmonary Hypertension, PH)是指机体肺动脉的压力升高至一定界值时的血流动力学及病理生理状态,其可独立发生,也可作为并发症发生,还可作为综合征发生^[1]。PH在临床中主要表现为活动后心绞痛、疲乏、气促等,为进展性的恶性疾病,可导致机体心功能降低,诱发右心衰,在临床中具有较高的致残率及病死率,严重危害人类的身体健康和生命安全^[2]。经过长期的临床实践,早期发现、诊断及评估病情对临床治疗有着积极的意义,但PH的临床症状及实验室检查不具有特异性,很容易造成漏诊或误诊,进而影响治疗的开展,因此,还需寻找其他高效的诊断方法^[3-4]。目前,临床主要借助影像学对PH进行诊断,而电子计算机断层扫描肺动脉成像(Computed Tomography Pulmonary Angiography, CTPA)凭借其较高的特异性、快速、无创、安全等优点被选为首选诊断方法^[5-6]。目前临床常采用60~80 mL对比剂对患者进行检查,其虽能在一定程度上提高图像质量,但很可能会增加患者辐射损伤以及发生对比剂肾病的风险^[7]。近年来,有学者提出小剂量CTPA不仅能够降低机体X线的辐射

剂量,减少对比剂肾病的发生,而且还能保证CTPA图像质量,一方面满足了临床诊断和评估PH严重程度的需求,另一方面又提高了其安全性^[8]。目前关于不同剂量CTPA诊断和评估PH的研究还相对较少,值得深入研究。本研究主要探讨不同剂量CTPA对PH严重程度的评估价值,旨在为临床PH的诊断提供更多参考思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2017年3月~2020年3月在柳州市人民医院确诊为PH的患者70例,根据随机数字表法将其分为常规组和小剂量组,每组各35例。根据PH患者肺动脉的压力判断患者病情严重程度^[9]:轻度(肺动脉收缩压30~40 mmHg)22例,中度(肺动脉收缩压41~70 mmHg)27例,重度(肺动脉收缩压高于70 mmHg)21例;PH类型:特发性19例,先天性心脏病相关性17例,结缔组织病相关性34例。两组患者性别、年龄、病程、身体质量指数(BMI)、PH严重程度、PH类型比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。所有患者及家属对本次研究内容完全知情,且均签署知情同意书。

表1 两组患者一般资料比较
Tab.1 Comparison of basic information between two groups of patients

项目		常规组(n=35)	小剂量组(n=35)	t/ χ^2 值	P值
性别[例(%)]	男	20(57.14)	19(54.29)	0.023	0.887
	女	15(42.86)	16(45.71)		
平均年龄/岁		53.86±7.66	54.30±7.52	0.372	0.708
平均病程/年		5.29±0.97	5.33±1.07	0.459	0.639
平均BMI/kg·m ²		22.54±1.16	22.39±1.09	0.769	0.771
PH严重程度[例(%)]	轻度	11(31.43)	11(31.43)	0.473	0.492
	中度	13(37.14)	14(40.00)		
	重度	11(31.43)	10(28.57)		
PH类型[例(%)]	特发性	9(25.71)	10(28.57)	0.454	0.501
	先天性心脏病相关性	9(25.71)	8(22.86)		
	结缔组织病相关性	17(48.57)	17(48.57)		

1.2 纳入和排除标准

纳入标准:①经临床多普勒超声心动图检查确诊为PH;②患者临床资料完整;③患者临床依从性较高;④检查前血流动力学稳定;⑤心、肝、肾等功能正常。排除标准:①合并高血压、风湿性心脏病;②过敏体质或对造影剂过敏;③妊娠或哺乳期妇女;④不能配合呼吸或无法制动;⑤中途退出者。

1.3 方法

1.3.1 检查方法 检查仪器为64排128层纳米螺旋CT(美国GE公司),扫描参数为80 kVp,90 mAs/slice(其曝光指数为6),探测器的准直为64 mm×0.625 mm,所扫描的孔径FOV 350 mm,矩阵512×512,螺距为1.172 mm,速率为5.0 mL/s,对比剂选用优维显(拜耳医药保健有限公司广州分公司,国药准字:

J20100034, 浓度: 300 mgI/mL), 常规组用量为60~80 mL, 小剂量组用量为35 mL。检查前, 首先让患者仰卧于检查床, 足先进, 身体处于床的正中面, 两臂交叉置于头上; 检查时, 应由肺尖扫描至肺底, 注意对无须扫描的部位, 切记要做好辐射防护。采用双筒高压注射器(深圳安特医疗股份有限公司)分别团注不同用量的对比剂至两组患者的肘前静脉, 维持3~6 mL/s后开始注射, 之后即开展动脉期扫描, 其所延迟的扫描时间控制在20~30 s, 之后再以相同的速率向其中注射40 mL生理盐水。完成后, 由两名经验丰富的医生分别进行评估分析, 若出现意见不一致, 则行二次CT检查, 并得出最终的评估结果。

1.3.2 图像处理 向后处理工作站传入原始数据, 再通过血管分析技术对血管进行自动重建, 其后处理的方法分为曲面重组、多平面重组、最大密度投影、容积重组成像。

1.4 观察指标

① 计算并比较两组平均肺动脉CT值、对比噪声比(CNR)、图像信噪比(SNR)、有效剂量(ED), 并对两组CT影像进行主观评分, 评估方法为独立、盲法, 总分为5分, 1分为解剖结构不能分辨, 锐利度差、层次感低; 2分为解剖细节难以发现, 锐利度、层次感低; 3分为部分存在解剖结构不是很清晰, 细节显示不够清晰, 锐利度、层次感尚在可接受范围内; 4分为解剖结构、细节均较为清晰, 对比度尚可, 锐利度、层次感不高; 5分为解剖细节、对比度、锐利度、层次感均佳。评分低于3分, 则不符合诊断要求; 主观评分越高, 图像质量越高^[10]。② 观察不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断情况。③ 比较不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断效能。

1.5 统计学方法

采用SPSS 17.0进行统计学分析, 符合正态分布, 计量资料采用均数±标准差表示, 采用*t*检验; 计数资料采用例(*n*)或百分比(%)表示, 采用χ²检验; 采用受试者工作特征(Receiver Operator Characteristic, ROC)曲线评价不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断效能; *P*<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者平均肺动脉CT值、CNR、SNR、ED及图像评分比较

小剂量组CT值、CNR均显著大于常规组, ED显著小于常规组, 差异均具有统计学意义(*P*<0.05), 两组SNR和图像评分比较差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表2。

表2 两组患者平均肺动脉CT值、CNR、SNR、ED及图像评分比较
($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of the average pulmonary artery CT value, CNR, SNR, ED and image scores between the two groups (Mean±SD)

指标	常规组(<i>n</i> =35)	小剂量组(<i>n</i> =35)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
CT值/HU	314.51±72.16	559.61±79.58	7.527	0.002
CNR	359.16±74.72	434.57±76.43	7.018	0.008
SNR	42.52±10.77	40.05±9.49	0.931	0.472
ED/mSV	2.51±0.80	1.18±0.14	5.473	0.032
图像评分	3.94±0.49	3.82±0.47	0.756	0.779

2.2 不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断情况

常规组对PH严重程度诊断的准确率为28/35(80.00%), 小剂量组对PH严重程度诊断的准确率为32/35(91.43%), 两组诊断的准确率比较差异具有统计学意义(*P*=0.027)。

2.3 不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断效能

小剂量CTPA对PH严重程度诊断的灵敏度、特异性、准确度, 阳性预测值、阴性预测值、ROC曲线下面积(AUC)均显著高于常规剂量, 差异均具有统计学意义(*P*<0.05), 见表3。

2.4 两组CTPA诊断图像对比

两组CTPA诊断图像对比示例见图1。

3 讨论

PH是多种未知或已知原因所造成的平均肺动脉压高于25 mmHg的一种临床常见病和多发病, 在中老年群体中较为多见^[11]。患者发病后若未及时进行救治,

表3 不同剂量CTPA对PH严重程度的诊断效能

Tab.3 The diagnostic efficacy of CTPA with different doses on the severity of PH

组别	灵敏度/%	特异性/%	准确度/%	阳性预测值%	阴性预测值%	AUC	95%CI
常规组	79.44	60.15	80.00	71.35	74.11	0.797	0.671~0.829
小剂量组	93.65*	90.38*	91.43*	88.24*	90.27*	0.904*	0.852~0.931*

*表示与常规组比较, *P*<0.05

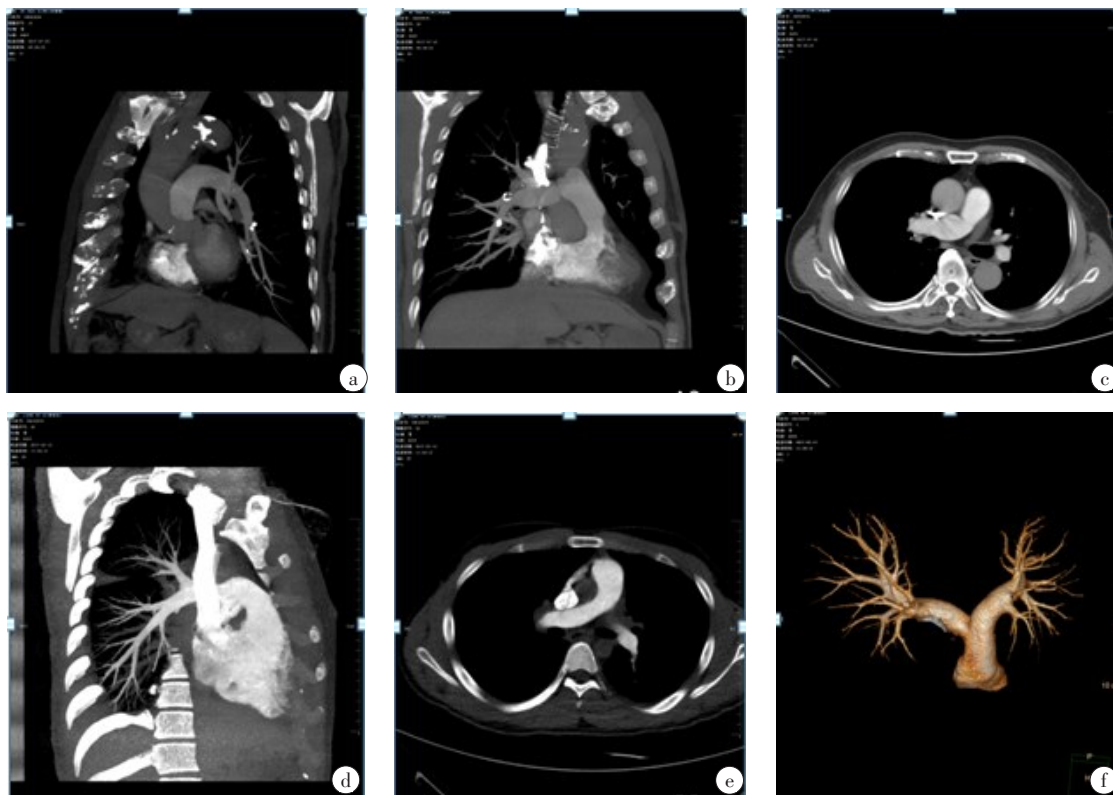


图1 两组CTPA诊断图像对比

Fig.1 Comparison of CTPA diagnostic images between two groups

图1a~c为常规组,测出的CT值为317 HU;图1d~f为小剂量组,测出的CT值为574 HU

则很可能引起心脏的受累,甚至会导致心力衰竭,甚至右心导管造影和CTPA对机体肺动脉的压力进行评估。右心导管造影虽是临床上公认诊断PH的“金标准”,但对其对机体创伤较大,患者往往无法承受,同时价格昂贵、操作复杂,使其在临床中的应用受到限制;CTPA作为一种高效的无创检查方法,不仅创伤小,而且还具有较高特异性和敏感度^[13-14]。临床应用为了提高图像清晰度,主要采取60~80 mL大剂量对比剂对患者进行检查,但其临床检出率并未达到临床预期值,于是尝试不同剂量对PH检出率的影响。有学者发现当适当减少对比剂用量时,其临床应用效果得到明显提高^[15],但目前关于其与常规剂量应用效果对比的研究还相对较少。

CT值是计量机体某一器官或局部组织密度大小的指标,能够在CT图中反映各组织与X线衰减系数相当的对应值^[16];CNR、SNR及图像评分是评价图像质量的指标,CNR、SNR越低,图像评分越高,图像质量越佳^[17];ED是指机体在辐射照射下,其受照器官或组织当量剂量和相应组织的权重因子的乘积总和,ED越低,表明机体受辐射损伤越小^[18]。王永刚等^[19]采用不同能量的CT成像方式对肺动脉栓塞患者进行扫描,发现低能量成像方式测得的ED明显降低,而图像评分、CNR、SNR、CT值无明显差异。本研究中小剂量组CT值、CNR明

显较常规组高,ED明显较常规组低,SNR和图像评分无明显差异,与上述研究结果稍有差异,其原因可能是所选取的仪器、研究对象有所差异。但上述研究结果均表明在不同能量或剂量下,低能量和小剂量诊断的辐射剂量明显降低,其获得的图像质量相当。同时,在小剂量下所获得的图像质量符合PH的临床诊断要求,不仅兼顾辐射剂量和图像质量,而且还降低了对机体的辐射损伤。另外在研究结果中两组CT值存在差异,其原因可能是由于不同的融合系数所导致的。

随着疾病的发展,PH可进展为肺源性心脏病,对诱发右心衰竭有着促进作用,甚至还会导致死亡,但患者在早期多无特异性表现,仅有少数患者会伴随运动后的呼吸困难、晕厥、胸痛等,其临床表现不具有典型性,而早期诊治能有效提高患者的生存质量^[20]。同时,相较于轻度PH患者,中、高度PH患者死亡的风险更高,其治疗措施也不仅相同,因此高效、准确地评估PH患者的病情严重程度对临床治疗也有着重要的指导意义^[21-22]。范丽娟等^[23]研究结果显示采用宽体探测器低能量CT诊断先天性心脏病的准确率明显升高;韩迎春等^[24]研究也表明低剂量CTPA诊断的优良率明显高于常规剂量;本研究中小剂量组对PH严重程度诊断的准确率明显较常规组高,与上述研究结果基本一致,表明

适当减小CTPA剂量能够提高PH的诊断效率。对不同剂量诊断PH严重程度的效能做进一步分析,发现除检测的准确度外,小剂量CTPA诊断的灵敏度、特异性、准确度,阳性预测值、阴性预测值、AUC也明显优于常规剂量组,与既往研究结果^[25]基本一致。

综上所述,小剂量CTPA在PH严重程度的临床评估中有着较高的价值,提示可将35 mL小剂量CTPA作为诊断PH的有效方法,同时能够为临床判断病情严重程度、确定治疗方案提供一定的理论依据。

【参考文献】

- [1] MITRA S F, MEHDI T, SARA A S, et al. Prevalence and predictors associated with severe pulmonary hypertension in COPD[J]. *Am J Emerg Med*, 2018, 36(2): 277-280.
- [2] TIGGES E, BLANKENBERG S, VON BARDELEBEN R S, et al. Implication of pulmonary hypertension in patients undergoing MitraClip therapy: results from the German transcatheter mitral valve interventions (TRAMI) registry[J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(3): 585-594.
- [3] ALBERT B J, ANTONIO R, ANGEL G M, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: summary of recommendations[J]. *Arch Bronconeumol*, 2018, 54(4): 205-215.
- [4] DUONG H T, BONHAM C A. Sarcoidosis-associated pulmonary hypertension: pathophysiology, diagnosis, and treatment[J]. *Clin Pulmon Med*, 2018, 25(2): 52-60.
- [5] XU S L, YANG J, ZHU Y, et al. CTPA, DECT, MRI, V/Q scan, and SPECT/CT V/Q for the noninvasive diagnosis of chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a protocol for systemic review and network meta-analysis of diagnostic test accuracy[J]. *Medicine*, 2019, 98(34): e16787.
- [6] MELZIG C, WORZ S, EGENLAUF B, et al. Combined automated 3D volumetry by pulmonary CT angiography and echocardiography for detection of pulmonary hypertension[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(11): 6059-6068.
- [7] 顾庆春, 杨波, 吕传国, 等. 超小剂量对比剂团注测试进行肺动脉CT成像的可行性研究[J]. *医学影像学杂志*, 2019, 29(5): 753-756.
GU Q C, YANG B, LÜ C G, et al. Study on the feasibility of ultra-low dose contrast agent bolus injection during pulmonary artery angiography by computer tomography [J]. *Journal of Medical Imaging*, 2019, 29(5): 753-756.
- [8] 张振明, 张力, 李立强, 等. 小剂量低辐射手动触发技术在CTPA中应用的可行性研究[J]. *检验医学与临床*, 2018, 15(7): 1027-1028.
ZHANG Z M, ZHANG L, LI L Q, et al. Feasibility study on the application of low-dose and low-radiation manual trigger technology in CTPA[J]. *Laboratory Medicine and Clinic*, 2018, 15(7): 1027-1028.
- [9] 可爱华, 叶青, 曹霞. 慢性阻塞性肺疾病患者血清HIF-1 α 、OPN水平与继发肺动脉高压的关系[J]. *临床和实验医学杂志*, 2020, 19(3): 279-282.
KE A H, YE Q, CAO X. Relationship between serum hypoxia inducible factor-1 α and osteopontin levels in chronic obstructive pulmonary disease patients with secondary pulmonary hypertension [J]. *Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 2020, 19(3): 279-282.
- [10] 柴亚如, 邢静静, 高剑波, 等. 多模型迭代重建算法对腹部体模CT扫描图像质量和辐射剂量的影响[J]. *中国医学影像技术*, 2018, 34(1): 118-122.
CHAI Y R, XING J J, GAO J B, et al. Influence of adaptive statistical iterative reconstruction-V on image quality and radiation dose of abdominal CT in phantom[J]. *Chinese Journal of Medical Imaging Technology*, 2018, 34(1): 118-122.
- [11] ALUSHI B, BECKHOFF F, LEISTNER D, et al. Pulmonary hypertension in patients with severe aortic stenosis: prognostic impact after transcatheter aortic valve replacement: Pulmonary hypertension in patients undergoing TAVR[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(4): 591-601.
- [12] WOO K V, ORNITZ D M, SINGH G K. Diagnosis and pathophysiological mechanisms of group 3 hypoxia-induced pulmonary hypertension[J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2019, 21(3): 16.
- [13] MICHELE D A, KONSTANTINOS D, GERARD C J, et al. Right heart catheterization for the diagnosis of pulmonary hypertension[J]. *Heart Fail Clin*, 2018, 14(3): 467-477.
- [14] NONG J B, LI Y B, LU S Y, et al. Value of multi-detector CT pulmonary angiography in diagnosis of pulmonary embolism[J]. *J Minim Invas Med*, 2018, 4(2): 168-170.
- [15] 李立, 钱伟军, 王亚军, 等. 低剂量、等渗低浓度造影剂在CTPA诊断PE患者中的应用价值[J]. *临床肺科杂志*, 2018, 23(8): 1397-1400.
LI L, QIAN W J, WANG Y J, et al. Application value of low dose and isotonic low contrast agents in the diagnosis of PE by CTPA[J]. *Journal of Clinical Pulmonary Medicine*, 2018, 23(8): 1397-1400.
- [16] 杜晓峰, 林观生, 付文兵, 等. 双低剂量联合iDose4迭代重建在CTPA中的应用研究[J]. *医学影像学杂志*, 2019, 29(6): 941-944.
DU X F, LIN G S, FU W B, et al. Applied study of double low dose combined with iDose4 iterative reconstruction in pulmonary artery CT angiography[J]. *Journal of Medical Imaging*, 2019, 29(6): 941-944.
- [17] KOCASARAC H D, KURUN-AKMAK E E, USTAOLU G, et al. Assessment of signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) in 3T MRI in the presence of zirconium, titanium, and titanium-zirconium alloy implants[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2020, 129(1): 80-86.
- [18] HU S B, ZHOU P, HE C J, et al. Feasibility study of low tube voltage and low contrast agent iodine intake in CT pulmonary angiography[J]. *Int J Med Radiol*, 2018, 6(3): 435-437.
- [19] 王永刚, 刘洪涛, 于巍伟, 等. CT不同成像方式在肺动脉血管成像中对辐射剂量及图像质量的影响[J]. *中国医疗设备*, 2018, 33(7): 65-68.
WANG Y G, LIU H T, YU W W, et al. Effect of different CT imaging methods on radiation dose and image quality in pulmonary artery imaging[J]. *China Medical Devices*, 2018, 33(7): 65-68.
- [20] DUARTE J D, KANSAL M, DESAI A A, et al. Endothelial nitric oxide synthase genotype is associated with pulmonary hypertension severity in left heart failure patients[J]. *Pulm Circ*, 2018, 8(2): 3049-3052.
- [21] MOHAMMAD W A, SAYED H F, NOSAIR A. The effects of pulmonary hypertension severity on the outcomes of mitral valve replacement for rheumatic mitral stenosis[J]. *J Egypt Soc Cardio-Thorac Surg*, 2018, 26(1): 43-48.
- [22] TSUTSUMI Y, IWANO S, OKUMURA N, et al. Assessment of severity in chronic thromboembolic pulmonary hypertension by quantitative parameters of dual-energy computed tomography[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2020, 44(4): 578-585.
- [23] 范丽娟, 徐冬生, 张计旺, 等. 宽体探测器低剂量CT在婴幼儿先天性心脏病中的应用价值[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2018, 33(13): 1004-1007.
FAN L J, XU D S, ZHANG J W, et al. Application value of a whole-heart CT scanner in infants with congenital heart disease[J]. *Chinese Journal of Applied Clinical Pediatrics*, 2018, 33(13): 1004-1007.
- [24] 韩迎春, 杨宏刚, 李斌, 等. 联合使用低管电压及低剂量对比剂CT肺血管造影在肺动脉栓塞诊断中的应用[J]. *西部医学*, 2018, 30(6): 919-922.
HAN Y C, YANG H G, LI B, et al. Combined use of low-voltage, low-contrast CT pulmonary angiography in the diagnosis of pulmonary embolism[J]. *Medical Journal of West China*, 2018, 30(6): 919-922.
- [25] 樊云, 刘娜. 宽体探测器CT低剂量扫描联合迭代重建技术在先天性心脏病患儿诊断中的应用价值[J]. *河北医学*, 2020, 26(2): 264-267.
FAN Y, LIU N. The application value of wide-body detector CT low-dose scanning combined with iterative reconstruction technology in the diagnosis of children with congenital heart disease [J]. *Hebei Medicine*, 2020, 26(2): 264-267.

(编辑:黄开颜)