

论 著

Revolution CT联合不同权重ASIR-V在胸痛三联征成像中的应用价值比较*

郑晓娜* 周方丽 刘雅兰
河南省信阳市中心医院CT诊断科
(河南 信阳 464000)

【摘要】目的 探讨Revolution CT联合不同权重多模型迭代重建技术(ASIR-V)在胸痛三联征(TRO)成像中的应用价值。**方法** 选取我院2022年8月~2023年3月收治的90例胸痛患者进行研究,入院后接受TRO-Revolution CT平扫。按随机数字表法分成滤波反投影(FBP)组与ASIR-V组各45例。FBP组采用FBP技术进行图像重组,ASIR-V组采用不同权重(10%、30%、50%、70%、90%)前置ASIR-V技术重组。记录两组辐射剂量长度乘积(DLP)、有效剂量(ED),比较不同重组方式及不同权重下冠状动脉、升主动脉、降主动脉、肺动脉干的平均CT值、噪声值、信噪比(SNR)、对比信噪比(CNR),由2名经验丰富的影像科医生进行主观图像质量评分。**结果** ASIR-V组DLP、ED低于FBP组($P<0.05$)。ASIR-V不同权重的血管腔噪声值低于FBP,血管腔SNR、CNR与主观图像质量评分高于FBP($P<0.05$)。ASIR-V权重50%、70%、90%的噪声值低于ASIR-V权重10%、30%的噪声值($P<0.05$)。ASIR-V权重50%、70%、90%的SNR、CNR高于ASIR-V权重10%、30%的SNR、CNR($P<0.05$)。ASIR-V权重50%、70%的主观评分高于ASIR-V权重10%、30%、90%的主观评分($P<0.05$)。**结论** Revolution CT联合ASIR-V技术能减少辐射剂量,ASIR-V权重50%、70%时对血管腔与解剖结构的显示良好,血管腔噪声值较低,SNR、CNR较高,能满足诊断需求。

【关键词】 胸痛三联征; 权重;
多模型迭代重建技术; Revolution CT

【中图分类号】 R816

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学科技攻关计划项目
(LHGJ20210255); 河南省卫生健康委员会基金项目(212102310142)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.018

Comparison of Application Value of Revolution CT Combined with Different Weights of ASIR-V in Chest Pain Triad Imaging*

ZHENG Xiao-na*, ZHOU Fang-li, LIU Ya-lan.

Department of CT Diagnostics, Xinyang City Central Hospital, Xinyang 464000, Henan province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of Revolution CT combined with multi-model iterative reconstruction technique with different weights (ASIR-V) in chest pain triad (TRO) imaging. **Methods** 90 patients with chest pain admitted to our hospital from August 2022 to March 2023 were selected for study. After admission, TRO-Revolution CT plain scan was performed. They were divided into filter back projection (FBP) group and ASIR-V group with 45 cases respectively according to random number table method. FBP group was reconstructed by FBP technology, and ASIR-V group was reconstructed by ASIR-V technology with different weights (10%, 30%, 50%, 70%, 90%). The radiation dose length product (DLP) and effective dose (ED) of the two groups were recorded. The mean CT values, noise values, signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) of coronary arteries, ascending aorta, descending aorta and pulmonary trunk under different recombination methods and different weights were compared. Subjective image quality scores were performed by two experienced imaging doctors. **Results** The DLP and ED of ASIR-V group were lower than those of FBP group ($P<0.05$). The noise value of ASIR-V was lower than that of FBP, while SNR, CNR and subjective image quality score of ASIR-V were higher than that of FBP ($P<0.05$). The noise values of 50%, 70% and 90% of ASIR-V weight were lower than those of 10% and 30% of ASIR-V weight ($P<0.05$). SNR and CNR with ASIR-V weight of 50%, 70% and 90% were higher than those with 10% and 30% SNR with ASIR-V weight ($P<0.05$). The subjective scores of 50% and 70% of ASIR-V weight were higher than those of 10%, 30% and 90% of ASIR-V weight ($P<0.05$). **Conclusion** Revolution CT combined with ASIR-V technology can reduce the radiation dose. When the weight of ASIR-V is 50% and 70%, the vascular cavity and anatomical structure can be displayed well. The vascular cavity noise value is low, and the SNR and CNR are high, which can meet the diagnostic requirements.

Keywords: Chest Pain Triad; Weight; Multi-model Iterative Reconstruction Technique; Revolution CT

胸痛三联征(triple rule out, TRO)主要表现为胸痛、咯血、咳嗽,具有发病突然、病情进展迅速等特点,与急性心肌梗死、主动脉夹层、肺动脉栓塞密切相关^[1]。这类患者病情复杂,死亡率高,需通过快速诊断与治疗,控制死亡风险,改善预后。目前,Revolution CT在心血管、呼吸系统、肿瘤、神经系统、泌尿系统等疾病诊断中应用广泛,具备扫描速度快、机体组织成分分辨率高等技术优势^[2]。但如何在控制CT电离辐射的情况下确保CT成像质量,仍是临床有待进一步解决的问题。滤波反投影(filtered back projection, FBP)法对提升图像质量及降噪有一定作用,而多模型迭代重建技术(adaptive statistical iterative reconstruction-V, ASIR-V)的噪声模型则更先进,是能够在图像空间、投影空间提升图像质量的一种技术,其效果与权重设置有关^[3-4]。目前关于TRO-Revolution CT检查中ASIR-V权重的设定尚无统一标准,本研究则旨在分析Revolution CT联合不同权重ASIR-V在TRO成像中的应用价值,确定合适的权重设定范围,为TRO诊断提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院2022年8月至2023年3月收治的90例胸痛患者进行研究,根据随机数字表法分成FBP组与ASIR-V组各45例。

纳入标准:因急性胸痛入院就诊,首诊病例;年龄 ≥ 18 岁;入院后接受TRO-Revolution CT检查;精神状态、意识与认知正常,能够配合研究;对研究知情同意。排除标准:患免疫缺陷、感染性疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病、甲状腺功能亢进等基础疾病;伴严重呼吸症状,无法配合CT检查;过敏体质,易对碘对比剂过敏;肝、肾、脑等脏器功能不全;近1个月内有手术史;近期使用过对心率有影响的药物;孕期女性;肥胖患者,体质指数 $\geq 28\text{kg/m}^2$ 。研究方案获伦理委员会审批通过。两组一般资料如表1,组间比较无差异($P>0.05$)。

表1 两组一般资料比较

组别	性别		年龄(岁)	体质指数(kg/m^2)
	男	女		
ASIR-V组(n=45)	20	25	47.61 $\pm$ 10.65	23.65 $\pm$ 1.07
FBP组(n=45)	26	19	45.28 $\pm$ 7.91	23.27 $\pm$ 1.19
χ^2/t	1.601		1.178	1.593
P	0.206		0.242	0.115

【第一作者】 郑晓娜,女,副主任技师,主要研究方向:CT和MRI技术。E-mail: xyszxyzn@163.com

【通讯作者】 郑晓娜

1.2 检查方法 在扫描之前，医生指导患者进行呼吸训练，受试者选取仰卧位，平静呼吸下屏住呼吸或者吸气之后屏住呼吸，利用美国GE公司生产的256层Revolution CT进行检查。选用自由组合一站式扫描方式，第1期探查肺动脉，以胸廓入口为起点，以肋膈角为止点，第2期探查冠状动脉，以气管隆突下1cm为起点，以心底为止点，第3期探查胸主动脉，以胸廓入口为起点，以膈下2cm为止点。噪声指数为10，管电压120kv，使用自动管电流调控技术(600~720mA)，层间距、层厚均为0.625mm，螺距0.992。对比剂采用碘普罗胺(370mgI/mL，剂量70~85mL)，以5.0mL/s速率注入肘静脉，然后以同样速率注入0.9%氯化钠溶液40mL。肺动脉延迟扫描时间设定为3s，与冠状动脉扫描间隔时间为10s，冠状动脉扫描与主动脉扫描间隔时间为4s。FBP组进行FBP重建，ASIR-V组进行前置ASIR-V重建，权重分别为10%、30%、50%、70%、90%。

1.3 图像质量评估

1.3.1 客观评估 将图像传至GE AW4.6后处理工作站，利用软件勾画感兴趣区，比较各组辐射剂量长度乘积(dose length product, DLP)、有效剂量(effective dose, ED)，记录各组冠状动脉、升主动脉、降主动脉、肺动脉干的平均CT值、噪声值、信噪比(signal noise ratio, SNR)、对比信噪比(contrast to noise ratio, CNR)。DLP=CT剂量指数×扫描长度。ED=转换系数(k)×DLP(其中k=0.017)。SNR=血管腔平均CT值/噪声值。CNR=(血管腔平均CT值-竖脊肌平均CT值)/竖脊肌噪声值。

1.3.2 主观评估 由2名工作经验超过5年的影像学科医生评估。评价标准^[5]：血管及解剖结构显示模糊，噪声大，伴有严重伪影，无法诊断计1分；血管及解剖结构显示不清，细节显示欠佳计2

分；血管与解剖结构显示基本可满足诊断需求，但少数图像细节无法评价计3分；血管与解剖结构显示清晰，细节能够评价计4分；血管及解剖结构显示非常清晰，细节能够明确评价计5分。以2名医生的评分均值为最终结果。

1.4 统计学方法 经SPSS 20.0软件处理数据资料，计数资料以频数(百分比)[n(%)]描述，行 χ^2 检验。满足正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述。多组间比较行单因素方差分析，两两比较行t检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组DLP、ED比较 ASIR-V组DLP为(234.62±70.28)mGy·cm，低于FBP组的(451.63±52.74)mGy·cm(t=16.567，P<0.001)。ASIR-V组ED为(3.99±0.95)mSv，低于FBP组的(7.68±1.74)(t=16.567，P<0.001)。

2.2 不同重建方法的血管腔平均CT值比较 不同重建方法的血管腔平均CT值比较无差异(P>0.05)。见表2。

2.3 不同重建方法的血管腔噪声值比较 ASIR-V不同权重的血管腔噪声值均低于FBP(P<0.05)。不同权重ASIR-V的血管腔噪声值比较有差异(P<0.05)，随着权重增加，血管腔噪声值逐渐下降，其中权重50%、70%、90%的噪声值低于权重10%、30%的噪声值(P<0.05)。见表3。

2.4 不同重建方法的血管腔SNR比较 ASIR-V不同权重的血管腔SNR高于FBP(P<0.05)。不同权重ASIR-V的血管腔SNR比较有差异(P<0.05)。随着权重增加，血管腔SNR逐渐增高，权重50%、70%、90%的SNR高于权重10%、30%的SNR(P<0.05)。见表4。

表2 不同重建方法的血管腔平均CT值比较(HU)

重建方法	冠状动脉	升主动脉	降主动脉	肺动脉干
ASIR-V-10%	460.35±116.35	450.74±121.34	419.68±90.34	486.71±128.35
ASIR-V-30%	457.36±109.27	441.36±109.76	413.67±84.41	471.62±109.09
ASIR-V-50%	455.19±112.44	426.82±119.34	409.11±89.67	464.66±94.67
ASIR-V-70%	452.69±105.68	429.67±128.02	421.15±76.91	462.97±102.44
ASIR-V-90%	450.69±120.19	427.61±116.98	419.37±80.64	456.92±110.66
FBP	456.91±104.81	431.95±111.66	416.92±74.65	470.68±113.07
F	0.548	1.358	0.788	1.668
P	0.585	0.176	0.432	0.097

表3 不同重建方法的血管腔噪声值比较(HU)

重建方法	冠状动脉	升主动脉	降主动脉	肺动脉干
ASIR-V-10%	20.62±3.40 [#]	20.16±1.89 [#]	20.33±2.36 [#]	22.64±1.74 [#]
ASIR-V-30%	19.31±2.11 ^{a#}	18.70±1.46 ^{a#}	18.34±1.94 ^{a#}	21.19±1.62 ^{a#}
ASIR-V-50%	16.48±1.34 ^{ab#}	15.97±2.60 ^{ab#}	16.37±1.33 ^{ab#}	18.48±2.07 ^{ab#}
ASIR-V-70%	16.02±1.31 ^{abc#}	14.74±1.11 ^{abc#}	14.71±1.62 ^{abc#}	16.08±1.64 ^{abc#}
ASIR-V-90%	13.94±1.67 ^{abcd#}	12.69±1.74 ^{abcd#}	12.32±2.37 ^{abcd#}	13.64±1.41 ^{abcd#}
FBP	24.47±1.34	24.05±1.28	23.19±1.09	24.82±1.08
F	16.730	27.585	25.947	40.128
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：组内比较：与10%比较，^aP<0.05；与30%比较，^bP<0.05；与50%比较，^cP<0.05；

与70%比较，^dP<0.05；组间比较：与FBP比较，[#]P<0.05。

2.5 不同重建方法的血管腔CNR比较 ASIR-V不同权重的血管腔CNR高于FBP($P<0.05$)。不同权重ASIR-V的血管腔CNR比较有差异($P<0.05$)。随着权重增加,血管腔CNR逐渐增高,权重50%、70%、90%的CNR高于权重10%、30%的CNR($P<0.05$)。见表5。

2.6 不同重建方法的主观图像质量评分比较 ASIR-V不同权重的主观图像质量评分高于FBP($P<0.05$)。不同权重ASIR-V的主观图像质量评分比较有差异($P<0.05$)。权重50%、70%的主观评分高于权重10%、30%、90%的主观评分($P<0.05$)。见表6。

表4 不同重建方法的血管腔SNR比较

重建方法	冠状动脉	升主动脉	降主动脉	肺动脉干
ASIR-V-10%	22.33±1.85 [#]	22.36±1.66 [#]	20.64±1.06 [#]	21.50±1.63 [#]
ASIR-V-30%	23.69±2.12 ^{ab#}	23.60±1.47 ^{ab#}	22.56±1.28 ^{ab#}	22.26±1.80 ^{ab#}
ASIR-V-50%	27.62±2.45 ^{ab#}	26.73±1.62 ^{ab#}	24.99±1.91 ^{ab#}	25.14±1.49 ^{ab#}
ASIR-V-70%	28.26±2.07 ^{abc#}	29.15±1.74 ^{abc#}	28.63±1.37 ^{abc#}	28.79±2.68 ^{abc#}
ASIR-V-90%	32.33±2.74 ^{abcd#}	33.70±2.17 ^{abcd#}	34.04±1.20 ^{abcd#}	33.50±1.74 ^{abcd#}
FBP	18.67±1.96	17.96±2.10	17.98±1.74	18.96±1.46
F	30.964	41.528	81.645	49.675
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 组内比较: 与10%比较, ^a $P<0.05$; 与30%比较, ^b $P<0.05$; 与50%比较, ^c $P<0.05$; 与70%比较, ^d $P<0.05$; 组间比较: 与FBP比较, [#] $P<0.05$ 。

表5 不同重建方法的血管腔CNR比较

重建方法	冠状动脉	升主动脉	降主动脉	肺动脉干
ASIR-V-10%	15.33±2.62 [#]	16.39±1.61 [#]	15.60±2.47 [#]	18.31±1.76 [#]
ASIR-V-30%	16.48±1.30 ^{a#}	17.98±1.37 ^{a#}	17.23±2.04 ^{a#}	19.56±1.41 ^{a#}
ASIR-V-50%	18.42±1.54 ^{ab#}	20.46±1.64 ^{ab#}	19.96±1.70 ^{ab#}	21.08±1.89 ^{ab#}
ASIR-V-70%	19.37±1.96 ^{abc#}	23.63±1.28 ^{abc#}	21.34±2.13 ^{abc#}	23.91±1.17 ^{abc#}
ASIR-V-90%	22.62±1.41 ^{abcd#}	26.57±1.10 ^{abcd#}	24.93±1.97 ^{abcd#}	24.11±1.06 ^{abcd#}
FBP	14.03±1.96	14.19±1.34	13.94±0.94	15.97±1.12
F	25.958	51.967	30.006	28.163
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 组内比较: 与10%比较, ^a $P<0.05$; 与30%比较, ^b $P<0.05$; 与50%比较, ^c $P<0.05$; 与70%比较, ^d $P<0.05$; 组间比较: 与FBP比较, [#] $P<0.05$ 。

表6 不同重建方法的主观图像质量评分比较(分)

重建方法	主观图像质量评分(分)
ASIR-V-10%	3.50±0.27 [#]
ASIR-V-30%	3.77±0.21 ^{a#}
ASIR-V-50%	4.34±0.37 ^{ab#}
ASIR-V-70%	4.46±0.52 ^{ab#}
ASIR-V-90%	3.93±0.24 ^{abcd#}
FBP	3.21±0.29
F	18.934
P	<0.001

注: 组内比较: 与10%比较, ^a $P<0.05$; 与30%比较, ^b $P<0.05$; 与50%比较, ^c $P<0.05$; 与70%比较, ^d $P<0.05$; 组间比较: 与FBP比较, [#] $P<0.05$ 。

3 讨 论

TRO在临床较常见,患者的主要症状为急性胸痛,疼痛程度及性质不同,提示病变严重程度及预后、转归可能存在差异,尽早明确TRO患者的病因,对改善预后和疾病转归至关重要^[6-7]。CT在心血管疾病诊断中应用广泛,而早期螺旋CT分辨率低,扫描速度慢,需多次扫描才能实现胸主动脉、冠状动脉、肺动脉成像,耗时间长,辐射剂量高。64层螺旋CT的应用则提升了时间、空间分辨率,一次扫描即能实现胸主动脉、冠状动脉、肺动脉成像,但对部分心律不齐、心率较高的患者而言,图像质量易受心脏搏动伪影、呼吸运动伪影的影响,从而影响临床诊断^[8]。Revolution CT则能弥补上述缺陷,其配有冠脉追踪冻结技术、智能心电门控技术以及16cm宽体宝石探测器,能对各种心律/心率状态的冠脉进行冻结,且随意切换扫描模式,适用范围广^[9-11]。ASIR-V技术是优化CT图像质量的重要方法,但所选择的权重不同,图像质量亦存在差异,现阶段关于TRO-Revolution CT检查中ASIR-V权重的设置有待进一步观察。

本研究发现,与FBP相比,ASIR-V技术能降低DLP、ED,表明辐射剂量减少。李露露等^[12]通过动物实验,发现ASIR-V技术的应用能减少腹部CT平扫的辐射剂量。ASIR-V将迭代重组技术的降辐射功能与ASIR重组快速的优势相结合,不仅能够提高重组效率,而且可降低辐射剂量^[13-14]。研究指出该技术使用先进噪声模型,纳入了被扫描物体以及物理模型,可提升空间分辨率,减少噪声,在满足诊断需求的同时,减少辐射剂量^[15]。本次结果显示,ASIR-V技术的血管腔噪声值均低于FBP,而血管腔SNR、CNR与主观图像质量评分高于FBP,进一步证实ASIR-V技术能提升TRO-Revolution CT图像质量。FBP图像噪声高,甚至伴有明显伪影,空间分辨率较ASIR-V降低,当射线量较低时,图像质量差,难以满足诊断需求^[16]。ASIR-V技术则通过图像数据空间与投影数据空间的反复迭代方法对比重建图像,可将图像噪声不断去除,利用最优迭代运算方式,将图像真实信息最大程度展现,从而提升图像质量。

在ASIR-V技术应用中,权重的设置与图像质量息息相关,权重较低时图像降噪功能欠佳,权重过高时迭代强度增加,均会影响图像质量^[17]。本研究发现,随着ASIR-V权重增加,血管腔SNR、CNR逐渐增高,噪声值逐渐下降,这与ASIR-V技术的原理相符。田兆荣等^[18]以甲状腺能谱CT增强扫描患者进行研究,亦发现ASIR-V权重越高,甲状腺噪声值越低,SNR越高。本次通过分析提示,ASIR-V权重为50%、70%、90%的血管腔SNR、CNR较高,噪声值较低,而ASIR-V权重为50%、70%的主观图像质量评分较高,当权重达90%时,主观评分反而降低。究其原因,ASIR-V权重过高时,迭代强度相应增高,虽噪声值下降,但条纹伪影减少,图像过度平滑,真实性降低,而权重设置为10%、30%时,图像伴有较多噪声,颗粒感明显。杨石平等^[19]指出,在冠状动脉成像检查中,ASIR-V权重设置为80%能获取最佳图像质量。本次则发现权重为50%、70%时,图像质量均较理想,这可能与两项研究的纳入对象范围不完全相同有关,或与患者个体差异(如体质指数)有关。本研究为了减少偏倚,在纳入患者时考虑到体质指数对结论的影响,故未纳入体重过大的病例。任占丽等^[20]认为在肾动脉CT血管成像中推荐使用ASIR-V-70%的权重,能在控制辐射剂量的同时,提升图像质量。本次发现在TRO-Revolution CT检查中,ASIR-V-70%亦能取得良好的图像质量,且ASIR-V-50%对血管腔与解剖结构的显示也较好,噪声值较低,图片分辨率高。

综上所述,在TRO-Revolution CT检查中,ASIR-V-50%与ASIR-V-70%均可获取满意的图像质量,在减少辐射剂量的同时,能降低血管腔噪声值,提升血管腔SNR、CNR值。但本研究也有局限,如纳入样本量较少,尤其分组后组间样本少,之后考虑扩大样本量更深入分析该权重范围的可靠性。

参考文献

- [1] Sanchez A, Tran H D, Yusuf S. Adolescent with vomiting, profound weight loss, and chest pain[J]. Ann Emerg Med, 2021, 77(1): 47-90.
- [2] Gauntt D M. A suggested method for setting up GSI profiles on the GE Revolution CT scanner[J]. J Appl Clin Med Phys, 2019, 20(12): 169-179.
- [3] 孙杰,倪亚博,沈云,等.联合全新迭代算法(ASIR-V)的Revolution CT低keV单能量优化腹部血管成像的价值[J].放射学实践, 2022, 37(10): 1238-1242.
- [4] 杨仁杰,查云飞,刘昌盛,等. ASIR-V算法降低COVID-19患者胸部CT累积有效剂量的可行性研究[J]. 华南国防医学杂志, 2020, 34(4): 254-258.
- [5] 闫颖,李磊. CT图像重建算法[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 102.
- [6] Mohamed A, Gogola L, Dastidar A. Chest pain with elevated troponin in a middle-aged man[J]. Heart, 2021, 107(6): 481-512.
- [7] Stein A P, Minish J M, Caulkins H, et al. A 43-year-old woman with pleuritic chest pain, shortness of breath, and weakness of all extremities[J]. Chest, 2022, 162(3): e117-e121.
- [8] 利玉林,邓灵波,谢婷婷,等.探讨Revolution CT全身动脉CTA一站式扫描的临床应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(2): 178-180, 186.
- [9] 孙萍,张怡,王华斌,等. 64层螺旋CT血管造影测定评估CAD患者冠状动脉及影响图像质量的因素分析[J]. 中国医学装备, 2020, 17(10): 54-57.
- [10] 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.
- [11] 利玉林,邓灵波,谢婷婷,等.探讨Revolution CT全身动脉CTA一站式扫描的临床应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(2): 178-180.
- [12] 李露露,赵小英,尚瑾,等.全模型实时迭代重建技术对小猪腹部CT平扫及增强扫描图像质量和辐射剂量的研究[J]. 安徽医科大学学报, 2020, 55(5): 712-717.
- [13] 唐慧,时宏,刘婷,等. ASIR-V重建算法在胸部低剂量CT诊断肺结节中的临床价值[J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29(13): 2329-2333.
- [14] 杜永. ASIR技术结合低剂量CT扫描在诊断泌尿系结石中应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(3): 94-96, 131.
- [15] 杨国华,黄剑钊,邱娇清.急诊床旁超声在高危胸痛病因诊断中的临床应用及诊断流程研究[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(4): 38-40.
- [16] 胡立伟,朱亚新,刘阿利,等.滤波反投影法与自适应迭代法关于双低儿童胸部CT增强体模的图像质量评估[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(4): 52-54.
- [17] 刘小琴,李小龙,束宏敏,等.多模型迭代重建对胸部体模CT图像质量的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2020, 55(4): 592-596.
- [18] 田兆荣,孙杰,杨建平,等.能谱CT虚拟平扫联合多模型迭代重建算法在甲状腺图像质量及辐射剂量中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(2): 129-133.
- [19] 杨石平,刘书田,郑超,等.多模型自适应迭代重建结合噪声指数在冠状动脉成像中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(4): 591-595.
- [20] 任占丽,胡智军,李豆,等.基于多模型迭代重建和80kV在肾动脉CT血管成像中的应用价值[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(25): 1953-1958.

(收稿日期: 2023-05-10)

(校对编辑: 韩敏求)