

# Clinical Application of ASiR-v in Improving Low Tube Voltage Brain CT Image\*

论 著

## ASiR-V在提高低管电压颅脑CT图像中的临床应用\*

谭辉<sup>1,2</sup> 韩冬<sup>1</sup> 张敏<sup>1,\*</sup>  
于勇<sup>1,2</sup> 于楠<sup>1,2</sup> 杨劼勃<sup>1,2</sup>

1.陕西中医药大学附属医院影像科

(陕西 咸阳 712000)

2.陕西中医药大学医学技术学院

(陕西 咸阳 712000)

**【摘要】目的** 探讨低剂量颅脑CT扫描获得与常规扫描图像质量相当的最优ASiR-V权重。**方法** 收集行颅脑CT扫描的体检患者60例随机分为A组及B组。组A为常规扫描模式；组B为低剂量扫描模式：重建ASiR-V 60%、80%及100%图像。选择半卵圆中心层面测量双侧额顶叶灰质、半卵圆中心白质的CT值；在基底节层面测量双侧额颞枕叶灰质、豆状核及大脑白质的CT值；在小脑层面测量双侧小脑灰质、小脑脚的CT值。测量空气的SD值，计算三个层面的灰质SNR、白质SNR及灰白质CNR。根据整体噪声、灰白质对比度及后颅窝伪影三个方面采用5级评分法对图像进行主观评分。**结果** 两组患者的一般资料无统计学差异(all  $P>0.05$ )，B组患者的辐射剂量较A组降低了34.3%。在客观参数方面，B组仅ASiR-V 60%SD高于A组( $P<0.01$ )；三个层面灰白质ASiR-V 100%的SNR均高于A组(all  $P<0.05$ )。三个层面仅基底节层面的ASiR-V 80%及100%灰白质的CNR高于A组(all  $P<0.05$ )。在主观评价方面，B组的ASiR-V 60%图像噪声、灰白质对比度及后颅窝伪影均与A组差异无统计学意义(all Adjust- $P>0.05$ )。**结论** 低剂量颅脑CT扫描重建ASiR-V 60%的图像在客观参数和主观评价方面，均与常规扫描模式的图像质量类似。在头颅CT扫描中，低剂量扫描联合提高了的ASiR-V权重，可确保图像质量。

**【关键词】** 颅脑；CT；低剂量；图像质量

**【中图分类号】** R445.3；R651.1

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 陕西中医药大学学科创新团队建设项目(2019-QN09)；  
陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2019JM-361)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.002

TAN Hui<sup>1,2</sup>, HAN Dong<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>1,\*</sup>, YU Yong<sup>1,2</sup>, YU Nan<sup>1,2</sup>, YANG Chuang-bo<sup>1,2</sup>.

1.Department of Radiology, Affiliated Hospital of Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712000, Shaanxi Province, China.

2.Institute of Medical Technology, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712000, Shaanxi Province, China.

### ABSTRACT

**Objective** To explore the weight of ASiR-V under low radiation dose craniocerebral CT scan that was comparable image quality to conventional scanning. **Methods** 60 Patients who underwent craniocerebral CT scan were randomly divided into two groups. Group A (n=30) use conventional scanning protocol while group B (n=30) use low dose scanning protocol. After scanning, the data in Group B were reconstructed with ASiR-V weights of 60%, 80% and 100% images. Three slices were selected in each group of patients: including the Centrum ovale slice, basilar nucleus slice and cerebellum slice. The CT attenuation values of bilateral frontal gray matter, parietal gray matter and centrum ovale white matter were measured at the centrum ovale slice. The CT attenuation values of bilateral frontal gray matter, temporal lobe gray matter, occipital lobe gray matter, lenticular and white matter were measured at the basilar nucleus slice. The CT attenuation values of bilateral cerebellum gray matter, temporal lobe gray matter, and white matter were measured at the cerebellum slice. The ROI were drawn in the front of the forehead to measure the air standard deviations (SD). Three slices of gray/white matter SNR were calculated and the CNR of gray-white matter were calculated. The subjective noise, contrast of gray-white matter and posterior fossa artifacts score was evaluated blindly by two radiologists independently using a 5-point scoring system. **Results** There were no significant differences between the two groups in patient characteristics (all  $P>0.05$ ), the effective dose in group B (1.02mSv) decreased by 34.3% compared to group A (0.67mSv). In objective parameters, group B with ASiR-V 60% was only higher than group A ( $P<0.01$ ), and the other was similar to group A (all  $P>0.05$ ). Gray/white matter SNR with ASiR-V 100% was higher than group A in the three slices (all  $P<0.05$ ), and the other was similar to group A (all  $P>0.05$ ). The gray-white matter-CNR with ASiR-V 80% and 100% was higher than group A in the basilar nucleus slice (all  $P<0.05$ ), and the other was similar to group A (all  $P>0.05$ ). In the subjective evaluation, there were no significant difference in noise, contrast of gray-white matter and posterior fossa between the Group B with ASiR-V 60% and Group A (all Adjust- $P>0.05$ ). **Conclusions** The image quality of ASiR-V 60% in group B was similar to group A in objective parameters and subjective evaluation in craniocerebral CT scan. In craniocerebral CT scan, low radiation dose scan combined with the increased ASiR-V weight could ensure adequate image quality.

**Keywords:** Brain; CT; Low Dose; Image Quality

颅脑CT平扫是颅脑外伤、神经系统急诊的首选影像检查方法，在保障图像质量和诊断效能的同时，对辐射剂量进行控制，尤其是对短期内需多次行CT检查进行疗效评估的患者具有重要意义<sup>[1]</sup>。目前，迭代重组算法在临床上得到了广泛的应用，它在提高图像质量、降低辐射剂量等方面已得到认可<sup>[2]</sup>。为适应临床的需求，利用不同重建算法进行图像质量的改善。本研究采用一种新的自适应统计迭代重建V(adaptive statistical iterative reconstruction-v, ASiR-V)，其与以前的重建方法相比，是一种全新的重建方法，介于自适应统计迭代重建(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)与基于模型的迭代重建(model-based iterative reconstruction, MBIR)之间<sup>[3-4]</sup>，本文将探讨颅脑低剂量扫描联合不同权重ASiR-V获得与常规扫描相当的图像质量。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

收集2018年6月至2018年8月本院共60例检查者，其中男42例，女18例，年龄23~62岁，平均 $38.47\pm 8.49$ 岁。将60例检查者随机分为A组及B组，每组各30例。组A为常规扫描模式，其中男23例，女7例，年龄23~54岁，平均 $37.6\pm 9.39$ 岁。组B为低剂量扫描模式，其中男19例，女11例，年龄28~62岁，平均 $55.23\pm 7.54$ 岁，所有患者均签署知情同意书。纳入标准为：患者配合良好，无不自主运动。排除标准：影像诊断颅内占位、脑出血、脑梗死、脑萎缩等影响数据测量的患者。

#### 1.2 检查方法

采用GE Revolution 256排螺旋CT机，取仰卧位，以听眦线为扫描基线进行头颅CT扫描。组A为常规扫描模式：120kVp,280mA，重建ASiR-V 50%图像；组B为低剂量扫描模式：100kVp,280mA，重建ASiR-V 60%、80%及100%图像。余扫描条件保持一致，探测器厚度 $64\times 0.625$ mm，螺距0.39mm，重建层厚2mm，矩阵 $512\times 512$ 。

#### 1.3 图像分析

在后处理工作站上进行影像观察与分析，窗中心与窗宽保持一致(窗位40HU，窗宽80HU)。在每个患者的每组图像上选择三个层面测量CT值：在半卵圆中心层面测量双侧额叶灰质、双侧顶叶灰质及双侧半卵圆中心白质(ROI面积约

**【第一作者】** 谭辉，男，主治医师，主要研究方向：中枢骨关节系统。E-mail: cqtntanhui@163.com

**【通讯作者】** 张敏，女，主治医师，主要研究方向：中枢神经系统。E-mail: 782121989@qq.com

100~120mm<sup>2</sup>);在基底节层面测量双侧额叶灰质、双侧颞叶灰质、双侧枕叶灰质、双侧豆状核及双侧大脑白质(大脑白质ROI面积约100~120mm<sup>2</sup>,余面积约60~80mm<sup>2</sup>);在小脑层面测量双侧小脑灰质、双侧颞叶灰质及双侧大脑脚(ROI面积约60~80mm<sup>2</sup>)。在额部前方放置ROI(面积20~30mm<sup>2</sup>),测量空气的SD值(标准差,Standard Deviation),作为图像的背景噪声,用于计算三个层面的灰质的SNR(信噪比,Signal-Noise Ratio)=灰质CT值/SD、白质的SNR=白质CT值/SD及灰白质CNR(对比噪声比,Contrast to noise ratio)=(灰质CT值-白质CT值)/SD。由两名有经验的放射科医师采用双盲法评分,从整体影像质量(噪声、灰白质对比度及后颅窝伪影三个方面)采用5级评分法<sup>[5]</sup>对图像进行主观评分。1分,图像质量不合格,整体噪声明显大,伪影明显,灰白质对比度差,完全不能达到诊断要求;2分,整体噪声较大,存在伪影,灰白质对比度不良,尚不能满足诊断要求;3分,整体噪声存在,存在轻度伪影,灰白质对比度可,可满足基本诊断要求;4分,整体噪声小,灰白质对比度好;5分,灰白质对比度良好,图像质量优,无明显伪影。评分≥3分为可满足诊断要求。

**1.4 统计学方法** 数据分析采用SPSS 23.0 软件,不同重建算法得到的SD、CNR和SNR采用单因素方差分析,主观评分用Wilcoxon 检验,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 客观评分** 两组患者的一般资料(性别、年龄及BMI)无统计

学差异(all  $P > 0.05$ )(见表1),B组患者所接受的辐射剂量较A组降低了34.3%。在客观参数方面,B组仅ASiR-V 60%SD高于A组( $P < 0.01$ ),余参数与A组比较无统计学差异(all  $P > 0.05$ );三个层面灰白质ASiR-V 100%的SNR均高于A组(all  $P < 0.05$ ),余参数与A组比较无统计学差异(all  $P > 0.05$ )。三个层面仅基底节层面的ASiR-V 80%及100%灰白质的CNR高于A组(all  $P < 0.05$ ),余参数与A组比较无统计学差异(all  $P > 0.05$ )。

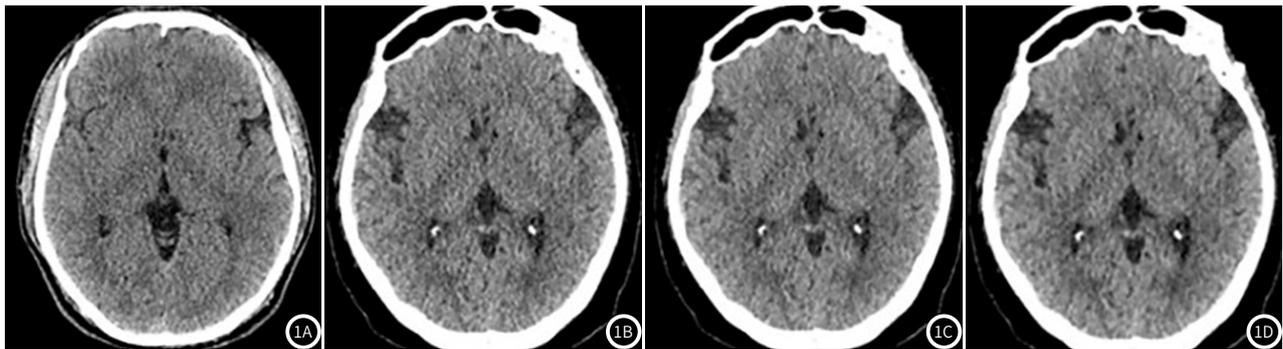
**2.2 主观评分** 在主观评价方面,B组的ASiR-V 60%影像质量评分与A组差异无统计学意义(all Adjust- $P > 0.05$ )(见表2),图像见图1。

**表1 患者特征与有效剂量的比较**

参数	性别 (F/M)	年龄 (years)	BMI (kg·m <sup>-2</sup> )	有效剂量 (mSv)组
A(n=30)	7/23	37.60±9.39	24.21±3.53	1.02
组B(n=30)	11/19	39.33±7.54	24.74±2.99	0.67
P	0.26	0.43	0.53	-

**表2 两名放射科医师对不同人群主观评分的比较**

	组A	组B			$\chi^2$	P
		ASiR-V60%	ASiR-V80%	ASiR-V100%		
噪声	4(4,4)	4(3,4)	4(4,4)	5(5,5)	92.845	<0.001
灰白质对比	5(5,5)	4(4,5)	3(3,4)	3(3,4)	53.621	<0.001
后颅窝伪影	4(4,4)	4(3,4)	4(4,4)	5(5,5)	86.047	<0.001



**图1** 颅脑基底节区层面图像质量对比。组A(A)与组B不同ASiR-V重建的图像(B-D)比较,ASiR-V80%(C)图像与常规剂量图像一致,灰白质对比分明,图像清晰,ASiR-V60%(B)对比度欠清晰,ASiR-V100%(D)图像蜡状伪影显著。

## 3 讨论

在临床工作中,颅脑CT扫描是颅脑外伤、神经系统急诊首选的影像学检查方法,但对儿童以及需要接受反复多次接受检查的患者,难以避免辐射损害。与人体其它结构相比,脑实质表现出低对比度,低剂量扫描具有一定局限性<sup>[6]</sup>。降低辐射剂量的方法主要有改变扫描参数(如降低管电压、降低管电流、自动管电压调节、自动管电流调节、增大螺距等)、优化图像质量(如采用不同的迭代重建算法)等,其中,降低管电压和管电流在降低辐射剂量上具有更高的效率,可使辐射剂量呈指数级减少,但在实际应用中存在一定难度,由于减少管电压和管电流,使图像噪声变得明显,图像噪声过大,不利于疾病诊断<sup>[7-9]</sup>。

目前主要通过采用不同的重建算法降低剂量并获得高质量图像。在迭代重建算法出现之前,临床上主要应用滤波反投影FBP技术,但其对原始数据处理设计过于简单<sup>[10]</sup>,尽管运算时间较短,但FBP重建算法已不能满足低辐射剂量、高图像质量的要求<sup>[11]</sup>。而迭代重建技术可以选择性地识别并去除噪声,其所需数据少,且可在低辐射剂量条件下重组高质量的图像,解决了FBP重组因为条件下降而导致影像质量降低的难题。目前,高端CT都具有自适应迭代重建技术,能够设置不同的迭代重建级别,从而调节图像的质量。ASiR-V是新一代迭代平台,它是ASiR的实时重组优势和VEO的多模型迭代优势相结合,采用了噪声模型、物体模型和物理模型,以减少噪声、增强低密度对比<sup>[12]</sup>。

本研究选择ASiR-V60%、80%及100%图像的原因是辐射剂量下降后相同迭代权重图像噪声势必增加,所以选择大于ASiR-V 50%权重的ASiR-V60%、80%及100%。当管电流不变、降低管电压,灰白质CT值增大,噪声会明显增高,SNR和CNR会降低。本研究通过提高迭代权重减少图像噪声以达到相类似的SNR和CNR。从理论上讲,当ASiR-V是100%时,图像噪声最小,信噪比最大,最为平滑细腻<sup>[13]</sup>,但是,经过临床和相关的研究,结果表明,采用提高ASiR-V权重可以有效地减少影像噪声,但并不是越高越好。有研究显示,不同组织和不同器官的最佳ASiR值也是不同的。李成龙<sup>[14]</sup>等学者对儿童腹部进行CT平扫图像,用不同权重ASiR-V对图像进行重建,通过对不同组别的图像进行分析,发现儿童低剂量腹部CT扫描技术加以40%~70%的ASiR-V重组得到的图像质量较好。辛<sup>[15]</sup>等在肺部CT平扫采用40%权重ASiR-V可有效地减少辐射剂量,并能确保图像的质量,有望在肺癌CT筛查中应用。而本次研究结果也证明了在颅脑扫描中ASiR-V80%和ASiR-V100%优于组A,而客观评价组B ASiR-V100%相对较差,所以选择组B ASiR-V80%较为理想。本研究证明ASiR-V技术在颅脑低剂量扫描中具有可行性,优化后的扫描方案可以广泛应用于临床,尤其对于需要避免辐射损伤的儿童急诊外伤患者具有一定意义,因为儿童较成人对射线更敏感。

(下转第8页)

类型，还有助于评估HIBD造成的脑损伤严重程度。

研究显示，FA值水平主要与细胞结构是否被破坏有关，因而，FA值不会出现假正常化现象，能较为真实的反映脑损伤情况<sup>[19]</sup>。本研究中，重度组白质、内囊内囊、胼胝等结构FA值低于中度组与轻度组，这可能与早产儿HIBD脑室周围白质、丘脑和基底节区易受损有关，本研究结果提示DTI可以为HIE患儿脑损伤程度提供重要依据，与王雪源等<sup>[20]</sup>研究结果大体一致。

综上所述，DTI对早产儿HIBD的诊断价值高于超声，有助于明确脑损伤类型以及脑损伤严重程度，能为病情评估提供客观依据。本研究局限性在于数据量尚不足，可能会对结果造成一定的统计学误差，但本研究为早产儿HIBD的临床诊治提供了一定的理论支持。

### 参考文献

[1]朱凯驿.铁死亡在新生儿缺氧缺血性脑损伤中的研究进展[J].中国当代儿科杂志, 2021, 23(5): 536-541.

[2]Mohsenpour H, Pesce M, Patruno A, et al. A review of plant extracts and plant-derived natural compounds in the prevention/treatment of neonatal hypoxic-ischemic brain injury[J]. International journal of molecular sciences, 2021, 22(2): 833.

[3]李二娜, 刘静炎, 王凯, 等. MRI在早产儿缺血缺氧性脑损伤诊断及预后脑发育评估中的应用观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(3): 26-29.

[4]马海欣, 马英. 新生儿脑损伤的MRI表现及危险因素分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(9): 31-33.

[5]孟远翠, 范金超, 郑玲芳. 联合振幅整合脑电图及弥散加权成像在诊断新生儿脑损伤的价值[J]. 中国妇幼健康研究, 2016, 27(10): 1231-1233.

[6]Bersani I, Piersigilli F, Gazzolo D, et al. Heart rate variability as possible marker of brain damage in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy: a systematic review[J]. European Journal of Pediatrics, 2021, 180(5): 1335-1345.

[7]贾晓曦, 王桂兰, 刘伟, 等. 超声结合视频脑电图在早产儿脑损伤早期诊断及预后评价中的应用[J]. 西部医学, 2020, 32(5): 696-699, 703.

[8]中华医学会儿科学分会新生儿学组. 新生儿缺氧缺血性脑病诊断标准[J]. 中华儿科杂志, 2005, 43(8): 584-584.

[9]杨丽清, 袁芬. 20项新生儿行为神经测定评估新生儿缺氧缺血性脑病的预后[J]. 实用临床医学(江西), 2007, 8(3): 93-94.

[10]陈菲, 袁舒, 王彩丽, 等. 新生儿缺氧缺血性脑病的超声与临床分级对比分析[J]. 临床超声医学杂志, 2010, 12(12): 808-811.

[11]张惠玲. 磁共振成像对新生儿缺血缺氧性脑病的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(4): 40-42, 57.

[12]信军, 康乐, 张艺森, 等. 重组人促红细胞生成素对早产儿脑损伤的防治作用[J]. 新乡医学院学报, 2018, 35(10): 928-930.

[13]崔法新, 王青霞, 胥彬, 等. 低场强MRI对新生儿缺氧缺血性脑病诊断及与其与多层螺旋CT对比分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(4): 19-22.

[14]曾中云. 轻、中度闭合性颅脑损伤MRI图像表现及与预后相关性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(10): 26-28, 86.

[15]王红霞, 孟楠, 任继鹏, 等. 磁共振扩散张量成像在新生儿缺氧缺血性脑病中的应用价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(3): 322-327.

[16]田慧, 杨明慧, 李亮, 等. 磁共振扩散张量成像对青少年单纯性肥胖胼胝体微结构的研究初探[J]. 新疆医科大学学报, 2017, 40(11): 1410-1412.

[17]于海阔, 董立, 杨昆, 等. 基于功能MRI扩散张量成像的联合独立成分分析对阿尔茨海默病的多模态评估[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(8): 642-647.

[18]姚洪娇, 张希, 彭艳敏, 等. 左右利手成年人脑白质结构差异的磁共振成像及弥散张量成像研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2018, 27(12): 1057-1062.

[19]冯艺麒, 侯雪勤, 肖农. 磁共振扩散张量成像在脑损伤中的应用进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(6): 574-576.

[20]王雪源, 赵鑫, 刘祥龙, 等. 扩散张量成像在早产儿缺氧缺血性脑损伤中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(9): 1557-1560.

(收稿日期: 2020-04-25)



(上接第5页)

本研究还存在一些不足之处: (1)样本量较小; (2)入组标准要细化; (3)扫描方式单一, 颅脑增强CT检查时, 引入碘对比剂对图像噪声和影响还有待研究, 当用于血肿或肿瘤等病变CT值测量的时候需注意其影响。

综上所述, ASIR-V重组技术可以有效地减少图像的噪声, 但选择适当的ASIR-V权重级别, 可以得到与常规扫描图像质量类似的平扫图像。

### 参考文献

[1]唐雷, 周瑶, 曾宪春, 等. 基于第3代双源CT模拟婴幼儿颅脑低剂量扫描的实验研究. 中国医学影像技术, 2018, 34(7): 964-968.

[2]HRICAK H, BENNER D J, ADELSTIEN S J, et al. Managing radiation use in medical imaging: a multifaceted challenge[J]. Radiology, 2011, 25(8): 889-905.

[3]PONTONE G, MUSCOGIURI G, ANDREINI D, et al. Impact of a new adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR)-V algorithm on image quality in coronary computed tomography angiography[J]. Academic Radiology, 2018, 25(10): 1305-1313.

[4]H. G. KIM, H. J. LEE, S. K. KIM, et al. 头颅CT: ASIR-V算法提高儿童低剂量扫描的影像质量[J]. 国际医学放射学杂志, 2017, 40(6) 731.

[5]唐慧, 贺大平, 燕洋洋, 等. ASIR算法联合自动管电流技术在胸部低剂量CT扫描中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(1): 109-113.

[6]卞佳, 张培功, 姜兴岳, 等. 原始数据域迭代重建技术在颅脑CT检查中的初步应用[J]. 实用放射学杂志. 2013, 29(11): 1840-1843.

[7]贾慧娟, 魏里, 刘大亮, 等. 多模型自适应统计迭代重建算法对降低腰椎CT辐射剂量的

的作用[J]. 放射学实践. 2018, 33(10) 1052-1056.

[8]SAUNDER M, BUDDEN A, MACIVER F, et al. Dose implications of fluoroscopy-guided positioning (FGP) for lumbar spine examinations prior to acquiring plain film radiographs[J]. BJR, 2005, 78(926): 130-134.

[9]SMITH E A, DILLMAN J R, GOODSITT M M, et al. Model-based iterative reconstruction: effect on patient radiation dose and image quality in pediatric body CT[J]. Radiology, 2014, 270(2): 525-534.

[10]刘晓怡, 慕维维, 刘卓, 等. 头颅CT不同扫描方式的图像质量分析. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(6) 418-421.

[11]吴瑶媛, 王万勤, 刘斌, 等. FBP、ASiR和VEO三种重建算法对常规剂量胸部CT图像的影响[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(3): 575-578.

[12]PAOLO DE MARCO, DANIELA ORIGGI. New adaptive statistical iterative reconstruction ASiR-V: Assessment of noise performance in comparison to ASiR[J]. J Appl Clin Med Phys, 2018, 19(2): 275-286.

[13]DEBORAVH MERZAN, PATRIK NOWIK, GAVIN POLUDNIOWSKI, et al. Evaluating the impact of scan settings on automatic tube current modulation in CT using a novel phantom[J]. Br J Radiol, 2017, 90(1069): 20160308.

[14]李成龙, 张欣贤. 不同权重自适应迭代重组对儿童腹部CT平扫图像质量的影响[J]. 影像诊断与介入放射学, 2018, 27(1): 23-26.

[15]辛立旭. ASIR-V在胸部CT检查中降低辐射剂量的初步研究[D]. 苏州大学附属第一医院, 2016.

(收稿日期: 2020-11-21)