



自动预置技术结合噪声指数及迭代重建算法在腹壁下动脉CT血管成像中的应用

胡梦婷, 王诗耕, 童小雨, 范勇, 张竞颐, 程启烨, 陈安良, 刘义军

引用本文:

胡梦婷,王诗耕,童小雨,范勇,张竞颐,程启烨,陈安良,刘义军. 自动预置技术结合噪声指数及迭代重建算法在腹壁下动脉CT血管成像中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2024, 44(5): 436-442.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112271-20230713-00002>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

宽体探测器联合全模型实时迭代重建在肥胖患者上腹部扫描中的应用

Abdominal CT with low radiation dose in obese patients: application of wide-detector helical CT combined with adaptive statistical iterative reconstruction-V (ASIR-V)

中华放射医学与防护杂志. 2018, 38(5): 379-385 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.05.011>

人工智能图像优化技术在低剂量胸部CT检查中的初步应用研究

Impact of artificial intelligence imaging optimization technique on image quality of low-dose chest CT scan

中华放射医学与防护杂志. 2020, 40(9): 722-727 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2020.09.013>

低剂量CT扫描技术在右肾上腺静脉成像中的应用

Application of low-dose CT scanning technique in right adrenal vein imaging

中华放射医学与防护杂志. 2019, 39(3): 230-235 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.03.013>

能谱联合迭代重建在重度肝硬化双低扫描中的应用价值

The application value of spectral scanning combined with iterative reconstruction in double-low technique scanning for severe liver cirrhosis

中华放射医学与防护杂志. 2019, 39(4): 309-315 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.04.012>

10 s团注对比剂方案联合80 kV管电压在颈动脉CT血管成像的应用

Application of 10 s contrast agent injection protocol combined with 80 kV tube potential in carotid artery CTA procedure

中华放射医学与防护杂志. 2021, 41(4): 299-303 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.04.011>

自动预置技术结合噪声指数及迭代重建算法在腹壁下动脉 CT 血管成像中的应用

胡梦婷 王诗耕 童小雨 范勇 张竞颐 程启烨 陈安良 刘义军

大连医科大学附属第一医院放射科, 大连 116011

通信作者: 刘义军, Email: yijunliu1965@126.com

【摘要】 目的 探究自动预置技术 (Auto-prescription) 结合噪声指数 (NI) 和重建算法 (ASIR-V) 对腹壁下动脉 CTA 成像辐射剂量和图像质量的影响。**方法** 前瞻性收集于大连医科大学附属第一医院行腹壁下动脉 CT 血管成像检查的患者 150 例, 并随机数字表法分为 3 组。A 组 (50 例) 管电压 120 kVp, NI 10, 图像采用 40% 的 ASIR-V 重建; B 组 (50 例) 管电压采用自动预置技术, NI 10, 图像分别采用 40%、60%、80% ASIR-V 重建, 获得 B1~B3 3 个亚组。C 组 (50 例) 管电压采用 Auto-prescription 技术, NI 13, 图像分别采用 40%、60%、80% ASIR-V 重建, 获得 C1~C3 3 个亚组。在各组轴位图像上测量腹壁下动脉起始水平股动脉及同层面腹直肌的 CT 值和 SD 值, 计算信噪比 (SNR) 及对比噪声比 (CNR), 记录 3 组辐射剂量。由 2 名观察者采用盲法独立对各组腹壁下动脉显示情况和图像噪声行主观评分。**结果** B、C 组股动脉 CT 值均高于 A 组 ($t=-5.18$ 、 -5.17 、 -5.06 、 -6.08 、 -6.08 、 -6.07 , $P<0.05$); B、C 组内随着 ASIR-V 等级的提高, 图像 SNR、CNR 逐渐升高 ($F=55.45$ 、 49.70 、 53.47 、 68.89 , $P<0.05$), 且均优于 A 组 ($P<0.05$)。2 名观察者主观评价一致性较好 ($Kappa=0.76\sim0.92$, $P<0.05$)。B、C 组图像在腹壁下动脉穿支、穿出点显示、肌内走行的主观评分方面均优于 A 组。B2、B3 和 C2 组在图像噪声主观评分方面与 A 组差异无统计学意义 ($P>0.05$)。B、C 组辐射剂量与 A 组相比分别降低 15.10% 和 52.85% ($H=75.21$, $P<0.05$)。**结论** 自动预置技术结合 NI=13 和 60% ASIR-V 的成像方案可在保证腹壁下动脉清晰显示的同时降低 52.85% 的辐射剂量。

【关键词】 腹壁动脉; CT 血管成像; 辐射剂量; 自动预置

临床试验注册: 中国临床试验注册中心, PJ-KS-KY-2019-110

Application of auto-prescription technique combined with noise index and iterative reconstruction algorithm to the computed tomographic angiography of deep inferior epigastric artery

Hu Mengting, Wang Shigeng, Tong Xiaoyu, Fan Yong, Zhang Jingyi, Cheng Qiye, Chen Anliang, Liu Yijun

Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China

Corresponding author: Liu Yijun, Email: yijunliu1965@126.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of the auto-prescription technique combined with noise index (NI) and adaptive statistical iterative reconstruction algorithm-veo (ASIR-V) on the radiation dose and image quality in the computed tomographic angiography (CTA) of the deep inferior epigastric artery (DIEA). **Methods** The data of 150 cases who underwent DIEP CTA in the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University were prospectively collected, and were randomized into groups A, B, and C, with 50 cases in each group. For group A, the conventional tube voltage was 120 kVp, and images

DOI: 10.3760/ema.j.cn112271-20230713-00002

收稿日期 2023-07-13 本文编辑 董晓霞

引用本文: 胡梦婷, 王诗耕, 童小雨, 等. 自动预置技术结合噪声指数及迭代重建算法在腹壁下动脉 CT 血管成像中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2024, 44(5): 437-443. DOI: 10.3760/ema.j.cn112271-20230713-00002.

Hu MT, Wang SG, Tong XY, et al. Application of auto-prescription technique combined with noise index and iterative reconstruction algorithm to the computed tomographic angiography of deep inferior epigastric artery[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2024, 44(5): 437-443. DOI: 10.3760/ema.j.cn112271-20230713-00002.

were reconstructed using 40% ASIR-V. For group B, the tube voltage based on the auto-prescription technique was adopted, and images were reconstructed using 40%, 60%, and 80% ASIR-V (corresponding to the three subgroups B1–B3, respectively). For group C, the tube voltage based on the auto-prescription technique was employed, NI = 13, and images were reconstructed by 40%, 60%, and 80% ASIR-V (corresponding to subgroups C1, C2, and C3, respectively). Subsequently, the CT and SD values of the originating femoral artery of DIEA and the rectus abdominis at the same level as DIEA were measured on axial images of each group, the signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) were calculated, and the radiation doses of the three groups were recorded. Finally, the image quality and noise of DIEA in each group were independently and subjectively scored by two radiologists in a blinded manner. **Results** Compared to group A, groups B and C exhibited higher CT values of femoral artery ($t = -5.18, -5.17, -5.06, -6.08, -6.08, -6.07, P < 0.05$) and higher image SNR and CNR ($P < 0.05$), which increased gradually with the upgrading of ASIR-V ($F = 55.45, 49.70, 53.47, 68.89, P < 0.05$). The two radiologists offered consistent subjective evaluations ($\text{Kappa} = 0.76\text{--}0.92, P < 0.05$). The images of groups B and C displayed more distinct perforating branches and emerging points of DIEA and received higher subjective scores of intramuscular course compared to those of group A. The subjective scores of image noise in subgroups B2, B3, and C2 were not significantly different from those in group A. The radiation doses in groups B and C decreased by 15.10% and 52.85%, respectively compared to those in group A ($H = 75.21, P < 0.05$). **Conclusion** The combination of the auto-prescription technique with NI = 13 and 60% ASIR-V can reduce the radiation dose by 52.85% while ensuring a clear display of DIEA.

[Key words] Epigastric artery; CT angiography; Radiation dose

Clinical trial registration: China Clinical Trial Registration Center, PJ-KS-KY-2019-110

腹壁下动脉 (deep inferior epigastric artery, DIEA) 起自髂外动脉末端, 向上行至腹直肌后形成穿支营养腹壁组织^[1]。DIEA 及其穿支所供应的皮瓣有着丰富的血运, 该皮瓣能保留腹直肌的完整性, 不损伤运动神经, 对腹前壁结构的功能损害低, 是目前乳房、头颈及四肢缺损等重建术的最佳选择^[2-7], 而术前准确定位 DIEA 及其穿支是重建术成功的关键^[8-9]。CT 血管成像 (CT angiography, CTA) 可直接评估血管走行, 是 DIEA 术前探查的首选技术^[10-11]。但较大范围的 CTA 扫描会使患者承受较多的辐射剂量, 既往研究主要通过个体化管电压或低管电流来实现低剂量扫描, 如根据患者体型特征自动选择最佳管电压的自动预置技术 (Auto-prescription); 增加噪声指数 (noise index, NI) 自动降低管电流的智能调制技术。但辐射剂量的降低势必会增加图像噪声。自适应统计迭代算法 (adaptive statistical iterative reconstruction-Veo, ASIR-V) 是一种采用噪声模型、物体建模和物理建模来平衡图像噪声和空间分辨率的重建算法, 可以降低噪声, 优化图像质量。上述技术的单独使用已在胸部和门静脉成像中有着丰富的成果^[12-13], 但目前尚无研究探究这 3 种技术的联合使用在 DIEA 的 CTA 扫描中的应用价值。本研究的目的是探究 Auto-prescription 技术结合 NI 和 ASIR-V 算法对降低 DIEA 成像的辐射剂量并保证其图像质量的可行性。

资料与方法

1. 研究对象: 前瞻性收集 2023 年 1~6 月接受腹壁下动脉 CTA 检查的患者 161 例。纳入标准: 无碘对比剂过敏史, 无严重肾功能不全等禁忌证。排除标准: 有明显运动伪影 ($n=4$); 脊柱或盆腔内有金属植入物 ($n=2$); 心肺功能障碍 ($n=5$)。最终纳入患者 150 例。其中, 男 86 例, 女 64 例, 年龄 27~84 岁, 平均 (63.78 ± 9.51) 岁; 体质指数 BMI 为 ($16.33 \sim 28.73$) kg/m^2 , 平均 (21.93 ± 2.49) kg/m^2 。根据扫描方案将患者按随机数字表法分为 A、B、C 3 组, 每组 50 例。本研究经医院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

2. 检查方法: 所有患者均采用美国 GE 公司的 Revolution 螺旋 CT 行腹壁下动脉 CTA 检查。患者仰卧位足先进, 双手上举置于头侧, 水平定位线对准腋中线, 扫描范围为膈顶至耻骨联合。成像参数: A 组: 管电压 120 kVp, 智能管电流调制 (Smart-mA), NI = 10, 重建后置 40% ASIR-V 图像; B 组: 管电压采用 Auto-prescription 技术, Smart-mA, NI = 10, 重建后置 40%、60%、80% ASIR-V 图像, 获得 B1~B3 3 个亚组; C 组: 管电压采用 Auto-prescription 技术, Smart-mA, NI = 13, 重建后置 40%、60%、80% ASIR-V 图像, 获得 C1~C3 3 个亚组。其余成像参数均一致: 前置

40% ASIR-V、探测器宽度 80 mm、螺距 0.992、转速 0.5 s/转、扫描层厚 5 mm、重建卷积核标准 (Std)、重建层厚及层间隔 1.25 mm。将各组图像传至 AW4.7 工作站行容积再现 (volume rendering, VR) 和最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP) 重组,应用统一的窗宽、窗位进行数据测量和评价分析。

对比剂注射方案:采用 Ulrich 双通道高压注射器经右肘静脉以 4.5 ml/s 的流速注射对比剂 (碘佛醇, 320 mg I/ml),碘摄入量为 500 mg I/kg,对比剂注射完毕后立即以相同的速率跟注适当的生理盐水,使整体注射时间保持在 30 s。采用自动阈值触发技术,监测层面为髂总动脉起始处,触发阈值 180 HU,延迟 5.9 s 后开始扫描。

3. 图像评价

(1) 客观评价:在横断面图像上测量双侧 DIEA 起始水平股动脉及同层面腹直肌均匀处的 CT 值、SD 值,所有数据均测量 3 次取平均值。股动脉感兴趣区 (region of interest, ROI) 置于管腔中央,ROI 大小约为血管截面的 70%~80%,避开血管管壁钙化及明显的狭窄闭塞段,取双侧 CT 值和 SD 值的平均值;腹直肌 ROI 面积约为 20 mm²。计算 SNR = CT 值_{股动脉}/SD 值_{股动脉} 和 CNR = (CT 值_{股动脉}-CT 值_{腹直肌})/SD 值_{腹直肌}。

(2) 主观评价:由 2 名高年资腹部影像诊断医师采用盲法独立对各组图像质量进行评分。在 VR 和 MIP 图中针对 DIEA 的穿支、肌内走行和在筋膜处穿出点 3 个方面进行 3 分制评价;在轴位图像上对图像噪声进行 5 分制评分。评分标准见表 1^[14]。上述评分均取两位观察者中评分标准差较小的进行统计分析。

4. 辐射剂量:扫描结束后记录 A、B、C 3 组的容积 CT 剂量指数 (volume CT dose index, CTDI_{vol})、剂量长度乘积 (dose-length product, DLP),并计算有效辐射剂量 (effective dose, E),

表 1 图像质量评分标准

Table 1 Image quality scoring criteria		
评价内容	分制	评分细则
穿支	3	1 分:穿支未显示;2 分:穿支显示,边界较清晰,走行较为连续;3 分:穿支清晰显示,边界清晰,走行连续
肌内走行	3	1 分:血管与肌肉对比度不佳,边界不清;2 分:血管与肌肉对比明显,边界较清晰,走行较为连续;3 分:血管与肌肉对比度佳,边界清晰,走行连续
穿出点	3	1 分:穿出点未显示;2 分:穿支模糊显示;3 分:穿出点清晰显示
图像噪声	5	1 分:噪声极大,无法诊断;2 分:噪声大,对诊断有影响;3 分:噪声一般,不影响诊断;4 分:少许噪声;5 分:图像细腻,基本无噪声

$E = DLP \times k$,腹部剂量转化系数 k 取 0.015 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹。

5. 统计学处理:应用 SPSS 26.0 软件对数据进行处理,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的采用中位数 (四分位间距) [$M(Q_1, Q_3)$] 表示,A、B、C 3 组间男女性别比例采用 χ^2 检验,年龄分布、身高、体重、BMI、 z 轴扫描长度比较采用单因素方差分析;CTDI_{vol}、DLP 以及 E 不符合正态分布,采用 Kruskal-Wallis H 检验。采用 Spearman 检验分析 B、C 组 kVp 预设值与 BMI 之间的相关性。客观指标组间差异采用独立样本 t 检验,组内采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD- t 检验。采用 Kappa 检验比较 2 名诊断医师主观评分的一致性,图像血管的主观评分组内采用 Friedman 检验,组间采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料:A、B、C 3 组患者性别比例、年龄、身高、体重、BMI 及 z 轴扫描范围差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 2。

2. kVp 预设值及辐射剂量:B 组 kVp 预设值

表 2 腹壁下动脉 CTA 检查患者的一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of demographic data of patients undergoing CTA for DIEA ($\bar{x} \pm s$)								
组别	例数	性别		年龄 (岁)	身高 (m)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	z 轴扫描范围 (cm)
		男	女					
A	50	26	24	63.94±8.41	1.68±0.69	63.21±9.44	22.40±2.54	481.64±35.73
B	50	27	23	63.40±11.34	1.67±0.67	60.57±9.62	21.55±2.63	475.02±36.97
C	50	33	17	65.00±8.56	1.67±0.90	61.12±9.10	21.85±2.26	478.30±27.17
F 值		2.34 ^a		0.64	0.11	1.10	1.49	0.49
P 值		0.310		0.527	0.899	0.335	0.228	0.615

注:^a 为 χ^2 值。CTA. CT 血管成像;BMI. 体质量指数

为 80 kVp 21 例（42%）、100 kVp 29 例（58%）；C 组 kVp 预设值为 80 kVp 18 例（36%）、100 kVp 29 例（58%），120 kVp 3 例（6%），两组间 kVp 分布差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）；B、C 组 kVp 预设值与 BMI 均呈正相关（ $r_B=0.784$ ， $r_C=0.717$ ， $P<0.05$ ）。B 组与 A 组相比，CTDI_{vol}、DLP、 E 分别降低了 12.84%、15.11%、15.10%，C 组较 A 组分别降低了 50.46%、52.91%、52.85%（ $H=81.49$ 、75.16、75.21， $P<0.05$ ），见表 3。

3. 客观图像质量比较：B、C 组股动脉 CT 值均高于 A 组（ $P<0.05$ ）。B 组内随着 ASIR-V 算法权重的提高，图像背景噪声 SD 值逐渐下降，SNR、CNR 逐渐升高（ $P<0.05$ ）。其中 B2 和 B3 组的 SD 值均小于 A 组，SNR、CNR 均大于 A 组，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）。C1 组 SD 值大于 A 组（ $P<0.05$ ），C2、C3 组随着 ASIR-V 算法权重的提高，SD 值逐渐降低，SNR、CNR 逐渐升高（ $P<0.05$ ）。C 组组内两两比较，股动脉 CT 值差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），背景噪声 SD 值、SNR、CNR 比较差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），见表 4。

4. 主观图像质量比较：2 名观察者对图像噪声及 DIEA 评分一致性良好（ $Kappa=0.757\sim0.922$ ， $P<0.05$ ）。在 DIEA 评分中，B、C 组在穿支、肌内走行和穿出点的评分均优于 A 组，见图 1。在图像噪声评分中，B、C 组组内差异有统计

学意义（ $\chi^2=11.94$ 、43.93， $P<0.05$ ）。B2 组优于 A 组（ $U=850.00$ ， $P<0.05$ ），C1 组中有 5 位患者图像评分 <3 分，C2 组得分（ 3.46 ± 0.60 ）分与 A 组（ 3.50 ± 0.51 ）分，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表 5。

表 5 腹壁下动脉显示及图像噪声比较（ $\bar{x}\pm s$ ）

Table 5 Comparison of DIEA display and image noise（ $\bar{x}\pm s$ ）

组别	例数	穿支 ^{ab}	肌内走行 ^{ab}	穿出点 ^{ab}	图像噪声 ^{ab}
A	50	2.06±0.74	1.80±0.57	1.46±0.61	3.50±0.51
B1	50	2.38±0.57 ^c	2.50±0.54 ^c	2.14±0.67 ^c	3.30±0.46 ^c
B2	50	2.62±0.53 ^c	2.78±0.40 ^c	2.42±0.60 ^c	3.64±0.53 ^c
B3	50	2.54±0.54 ^c	2.64±0.53 ^c	2.20±0.67 ^c	3.52±0.61
C1	50	2.40±0.57 ^c	2.68±0.51 ^c	1.92±0.75 ^c	2.88±0.33 ^c
C2	50	2.54±0.50 ^c	2.80±0.45 ^c	2.00±0.78 ^c	3.46±0.60
C3	50	2.46±0.58 ^c	2.76±0.47 ^c	1.94±0.77 ^c	3.12±0.33 ^c

注：^a B 组间比较， $\chi^2=11.94\sim21.00$ ， $P<0.01$ ；^b C 组间比较， $\chi^2=6.50\sim43.93$ ， $P<0.05$ ；^c 与 A 组比较， $U=298.00\sim1\,239.50$ ， $P<0.05$

讨 论

本研究通过 Auto-prescription 技术联合 NI 以及 ASIR-V 重建算法实现了 DIEA 成像的低剂量扫描并保证了图像质量。Auto-prescription 技术是一种智能管电压调节技术，可根据患者的定位像和 X 射线的衰减特征，自动选择最佳的管电压进行扫描。在头颈和主动脉 CTA 的相关研究结果显示，自动预置技术有效提高了各节段动脉的对比度并

表 3 不同扫描方案有效剂量及其比较 [$M(Q_1, Q_3)$]

Table 3 Effective doses under different scanning protocols and their comparison [$M(Q_1, Q_3)$]

组别	例数	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	E (mSv)
A	50	6.54 (5.60, 8.96)	362.01 (309.38, 509.94)	5.43 (4.64, 7.65)
B	50	5.70 (4.26, 6.90)	307.31 (228.93, 369.98)	4.61 (3.44, 5.55)
C	50	3.24 (2.69, 3.59)	170.47 (143.04, 198.94)	2.56 (2.15, 2.98)
H 值		81.49	75.16	75.21
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

注：CTDI_{vol}. 容积 CT 剂量指数；DLP. 剂量长度乘积； E . 有效辐射剂量

表 4 腹壁下动脉 CTA 检查中客观图像质量的比较（ $\bar{x}\pm s$ ）

Table 4 Comparison of objective image quality in CTA for DIEA（ $\bar{x}\pm s$ ）

组别	例数	股动脉 CT	股动脉 SD ^{bc}	腹直肌 CT	腹直肌 SD ^{bc}	SNR ^{bc}	CNR ^{bc}
A	50	376.20±61.27	20.31±2.76	50.80±5.75	18.36±2.94	18.70±3.06	17.92±3.76
B1	50	470.69±113.65 ^a	19.16±2.44 ^a	50.51±4.33	17.01±2.53 ^a	24.81±6.09 ^a	25.05±6.89 ^a
B2	50	470.66±113.72 ^a	15.29±2.37 ^a	49.67±5.25	12.88±2.01 ^a	31.14±7.39 ^a	33.25±9.58 ^a
B3	50	469.70±115.34 ^a	11.58±2.09 ^a	49.62±4.41	9.12±1.99 ^a	41.13±9.57 ^a	48.00±16.40 ^a
C1	50	488.74±115.61 ^a	22.52±2.60 ^a	51.83±3.96	20.60±2.77 ^a	21.86±5.33 ^a	21.47±5.88 ^a
C2	50	488.62±115.58 ^a	18.17±2.35 ^a	51.14±3.93	15.55±2.14 ^a	27.05±6.24 ^a	28.47±7.62 ^a
C3	50	479.49±114.32 ^a	14.11±2.37 ^a	50.53±4.08	10.83±1.89 ^a	34.88±7.28 ^a	41.22±11.22 ^a

注：^a 与 A 组比较， $t=-17.91\sim21.50$ ， $P<0.05$ ；^b B 组间比较， $F=135.30$ 、162.48、55.45、49.70， $P<0.001$ ；^c C 组间比较， $F=147.57$ 、226.82、53.47、68.89， $P<0.001$



图 1 腹壁下动脉穿支穿出点 (白色箭头) 及肌内走行 (黑色箭头) A. A 组, 女, BMI 21.49 kg/m², 120 kVp, NI=10, 后置 40%ASIR-V; B. B2 组, 女, BMI 21.53 kg/m², 100 kVp, NI=10, 后置 60%ASIR-V; C. C2 组, 女, BMI 22.59 kg/m², 100 kVp, NI=13, 后置 60%ASIR-V

Figure 1 Perforating branches and emerging points of DIEA (white arrows) and intramuscular course (black arrows) A. Group A, female, BMI 21.49 kg/m², 120 kVp, NI = 10, using posterior 60% ASIR-V; B. Group B2, female, BMI 21.53 kg/m², 100 kVp, NI = 10, using posterior 60% ASIR-V; C. Group C2, female, BMI 22.59 kg/m², 100 kVp, NI = 13, using posterior 60% ASIR-V

降低了辐射剂量,充分证明了该技术具有平衡图像质量和辐射剂量的能力^[15-16]。本研究结果显示,B组中该技术所推荐的管电压均低于A组,辐射剂量降低了约15%,与A组相比,B组中对于DIEA的穿支显示更明显、更清晰,与腹直肌的对比度更显著,穿出点显示更佳,这是因为较低的管电压能够提高X射线图像的对比度,从而更清晰地显示血管和组织结构。在客观评价中,由于DIEA管径较细,无法准确测量CT值,故本文选取DIEA起始处股动脉作为靶血管,结果得出B组股动脉CT值均高于A组,进一步证明B组提升了DIEA的显示。同时,B组联合ASIR-V算法使图像噪声进一步下降,B2、B3组主观图像质量评分优于或与A组相当,所以在Auto-prescription技术的基础上还有降低辐射剂量的潜力。

本研究在B组的基础上通过调节智能管电流调制技术中的NI来降低了管电流。NI可基于定位像和患者受检区域的组织衰减特性预估该级别图像质量下所需要的最低X射线剂量,NI越大成像的管电流和辐射剂量就越低^[17]。C组将NI提高到13后,有效辐射剂量为2.56 mSv,较常规剂量A组降低了约53%^[18]。同时本研究发现B、C组kVp预设值分布没有明显差异,且两组kVp预设值与BMI之间的正相关系数(*r*值)相当,也佐证了NI不会影响kVp的选择。Auto-prescription技术通过

定位像捕获患者的体型信息,计算患者正侧位的厚度,自动选择管电压,而NI仅是动态改变扫描过程中的管电流,所以C组股动脉的CT值和B组的趋势一致,也高于A组。

因为辐射剂量降低导致C1组背景噪声值高于A组,主观图像噪声得分<3分,所以C组也叠加了ASIR-V算法。ASIR-V算法共有10个权重等级,其中40%ASIR-V是临床默认选择,而且权重越高降噪效果越强。但本研究为了凸显降噪水平且避免迭代算法在高权重下的“塑料化伪影”,所以选择了60%和80%ASIR-V进行评估。结果显示在C组中,随着ASIR-V权重的增加,SNR与CNR不断提高,图像噪声逐步降低,与贾晓茜等^[19]在髂动脉的结果一致,为ASIR-V算法也可提高DIEA的图像质量提供了客观证明。重建术对肌内走行和穿出点直径均有要求,术前探查需选择肌内走行短、穿出直径较粗的穿支,所以本研究对肌内走行以及穿出点显示情况进行了详细评价。研究结果显示,C组血管显示也优于A组,但C组图像噪声主观评分呈先高后低的趋势,C2组得分最高且与A组得分相当,这是因为随着ASIR-V权重的增加,会改变图像噪声结构而出现“蜡状伪影”,图像整体过于平滑,血管壁间对比度、锐利度下降。同时,李贝贝等^[20]和任占丽等^[21]的研究证实80%ASIR-V反而会使图像主观评分下降。

本研究的不足之处:本研究纳入的患者多是中小体质量患者,下一步将扩大样本量,探究在大体质量患者中的适用性;3 组扫描均使用了 40% 的前置 ASIR-V,前置 ASIR-V 权重尚待进一步研究。

综上所述,在 DIEA 血管成像中,自动预置技术可显著提高 DIEA 的显示,通过预设 NI 为 13,配合 60% ASIR-V 技术可以在保证图像质量的同时大幅度降低辐射剂量。

利益冲突 署名作者未接受任何赞助,不涉及各相关方的利益冲突

作者贡献声明 胡梦婷负责构思、采集数据、论文撰写;王诗耕、童小雨、范勇负责设计实验、统计和分析结果以及论文修改;张竞颐、程启烨、陈安良负责数据处理及主客观分析;刘义军指导论文的撰写和修改

参 考 文 献

- [1] 谢庆平, 穆楠, 刘元波, 等. 腹壁下动脉穿支皮瓣专家共识 [J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43 (5): 417-423. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20200826-00331.
- Xie QP, Mu L, Liu YB, et al. Expert consensus on deep inferior epigastric artery perforator flap [J]. Chin J Microsurg, 2020, 43 (5): 417-423. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20200826-00331.
- [2] Renzulli M, Clemente A, Brocchi S, et al. Preoperative computed tomography assessment for a deep inferior epigastric perforator (DIEP) flap: a new easy technique from the Bologna experience [J]. Acta Radiol, 2021, 62 (10): 1283-1289. DOI: 10.1177/0284185120963899.
- [3] Mayo-Yáñez M, Rodríguez-Pérez E, Chiesa-Estomba CM, et al. Deep inferior epigastric artery perforator free flap in head and neck reconstruction: A systematic review [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2021, 74 (4): 718-729. DOI: 10.1016/j.bjps.2020.11.008.
- [4] Yoshimatsu H, Hayashi A, Karakawa R, et al. Combining the superficial circumflex iliac artery perforator flap with the superficial inferior epigastric artery flap or the deep inferior epigastric artery perforator flap for coverage of large soft tissue defects in the extremities and the trunk [J]. Microsurgery, 2020, 40 (6): 649-655. DOI: 10.1002/micr.30620.
- [5] Sawan D, Bosc R, La Padula S, et al. Immediate vaginal reconstruction following pelvic exenteration using the pedicled vertical Deep Inferior Epigastric Perforator (DIEP) flap: A technical note [J]. Ann Chir Plast Esthet, 2020, 65 (4): e1-e5. DOI: 10.1016/j.anplas.2019.09.004.
- [6] 姜珊, 宋会男, 张蕊. 腹壁下动脉位置变异的研究进展 [J]. 中国血液净化, 2020, 19 (1): 56-58. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2020.01.015.

- Jiang S, Song HN, Zhang R. Research progress on the location variation of deep inferior epigastric artery [J]. Chin J Blood Purif, 2020, 19 (1): 56-58. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2020.01.015.
- [7] Makino Y, Matsumine H, Fujimaki H, et al. Reconstruction of the necrotic scrotum with hydrosurgery system and pedicle DIEP flap: A case report of fournier gangrene [J]. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2020, 8 (9): e3135. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003135.
 - [8] Guinier C, de Clermont-Tonnerre E, Tay JQ, et al. The deep inferior epigastric artery perforator flap: a narrative review on its various uses in non-breast reconstruction [J]. Ann Transl Med, 2023, 11 (2): 130. DOI: 10.21037/atm-22-2623.
 - [9] 郝爽, 吴昊. 腹壁下深血管穿支皮瓣在乳房重建应用中的技术难点与要点 [J]. 中华内分泌外科杂志, 2021, 15 (5): 449-453. DOI: 10.3760/cma.j.cn.115807-20210728-00232.
 - Hao S, Wu J. Technical difficulties and key points of DIEP in breast reconstruction [J]. Chin J Endocr Surg, 2021, 15 (5): 449-453. DOI: 10.3760/cma.j.cn.115807-20210728-00232.
 - [10] 彭文, 吕春柳, 周波, 等. 术前 CT 血管造影在腹壁下动脉穿支皮瓣乳房再造的应用现状和展望 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (7): 927-931. DOI: 10.7507/1002-1892.201907017.
 - Peng W, Lv CL, Zhou B, et al. Application and prospect of preoperative computed tomographic angiography in deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction [J]. Chin J Repar Reconstr Surg, 2020, 34 (7): 927-931. DOI: 10.7507/1002-1892.201907017.
 - [11] 王嘉, 李伦, 吴昊. 影像学评估在腹壁下动脉穿支皮瓣乳房重建中的应用进展 [J]. 中国肿瘤外科杂志, 2020, 12 (4): 290-293. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4136.2020.04.003.
 - Wang J, Li L, Wu J. Application progress of imaging techniques in the 5 deep inferior epigastric flap breast reconstruction [J]. Chin J Surg Oncol, 2020, 12 (4): 290-293. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4136.2020.04.003.
 - [12] 王剑, 王琦, 左雪石, 等. 噪声指数结合 ASIR-V 在低剂量胸部 CT 成像中的临床应用价值 [J]. 临床放射学杂志, 2019, 38 (8): 1526-1530. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.20190828.001.
 - Wang J, Wang Q, Zuo XS, et al. The clinical application value of noise index combined with Asir-v in low-dose chest CT imaging [J]. J Clin Radiol, 2019, 38 (8): 1526-1530. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.20190828.001.
 - [13] 杨明, 范文亮, 余建明, 等. 能谱智能匹配联合双低技术在 CT 门静脉成像中的可行性研究 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, 39 (1): 16-21. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.01.004.
 - Yang M, Fan WL, Yu JM, et al. Feasibility study of automatic spectral imaging protocol selection combined with double low

technique in CT portal vein imaging [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2019, 39 (1): 16-21. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2019.01.004.

[14] Singh S, Kalra MK, Moore MA, et al. Dose reduction and compliance with pediatric CT protocols adapted to patient size, clinical indication, and number of prior studies [J]. Radiology, 2009, 252 (1): 200-208. DOI: 10.1148/radiol.2521081554.

[15] Zhang T, Geng X, Li D, et al. Comparison of the image quality and radiation dose of different scanning modes in head-neck CT angiography [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2021, 50 (5): 20200428. DOI: 10.1259/dmfr.20200428.

[16] 牛丹丹, 李莹, 张颖颖, 等. Auto-kV 技术联合 Clear View+迭代算法在主动脉 CTA 的可行性研究 [J]. 临床放射学杂志, 2020, 39 (5): 999-1003. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2020.05.035.

Niu DD, Li Y, Zhang YY, et al. Feasibility study of auto-kV combined with clear view + iterative algorithm in aorta CTA [J]. J Clin Radiol, 2020, 39 (5): 999-1003. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2020.05.035.

[17] 李海梅, 刘康, 隋岩, 等. 不同 CT 扫描条件对胸部模体实质性结节人工智能检出效率及辐射剂量的影响 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2023, 43 (3): 216-221. DOI: 10.3760/cma.j.cn112271-20221114-00446.

Li HM, Liu K, Sui Y, et al. The influence of different CT scanning protocols on AI detection efficiency and radiation dose of solid nodules in chest phantom [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2023, 43 (3): 216-221. DOI: 10.3760/cma.j.cn112271-20221114-00446.

[18] 赵明月, 刘义军, 张子敬, 等. 探讨个体化管电压超低剂量 CT 结肠造影的可行性 [J]. 临床放射学杂志, 2021, 40 (11): 2201-2205. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2021.11.033.

Zhao MY, Liu YJ, Zhang ZJ, et al. Feasibility of ultra-low dose CT colonography with individualized kVp [J]. J Clin Radiol, 2021, 40 (11): 2201-2205. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2021.11.033.

[19] 贾晓茜, 徐文婷, 同维, 等. 80 kVp 联合 ASiR-V 对肾移植术前评估髂动脉图像质量的影响 [J]. 西安交通大学学报 (医学版), 2021, 42 (5): 763-768. DOI: 10.7652/jdyxb202105020.

Jia XQ, Xu WT, Tong W, et al. The effects of 80 kVp combined with ASiR-V on image quality of iliac artery in preoperative evaluation of kidney transplantation [J]. J Xi'an Jiaotong Univ Med Sci, 2021, 42 (5): 763-768. DOI: 10.7652/jdyxb202105020.

[20] 李贝贝, 张子敬, 赵明月, 等. 个体化低辐射剂量胸部增强 CT 成像的模体与临床研究 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2022, 42 (12): 992-998. DOI: 10.3760/cma.j.cn112271-20220803-00315.

Li BB, Zhang ZJ, Zhao MY, et al. Feasibility of individualized low radiation dose chest enhanced CT imaging: phantom and clinical study [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2022, 42 (12): 992-998. DOI: 10.3760/cma.j.cn112271-20220803-00315.

[21] 任占丽, 胡智军, 李豆, 等. 基于多模型迭代重建和 80 kV 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.25.010.

Ren ZL, Hu ZJ, Li D, et al. Application of adaptive statistical iterative reconstruction veo and 80 kv in renal computed tomography angiography [J]. Natl Med J China, 2019, 99 (25): 1953-1958. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.25.010.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

作者投稿时语言文字上应注意的几个问题

- (1) 临床研究类论文的资料和方法段缺少研究年代和资料来源的描述, 分组交代不清等; 结果部分仅有相对数 (%), 而缺少绝对值。实验研究类论文的材料和方法段缺少对动物来源、饲养条件及健康状况等方面的描述。
- (2) 时间范围的表达不符合规范, 如×年至×年, 中间仍用“~”。
- (3) “报道”误用为“报导”。
- (4) “黏”与“粘”使用不当, 如“粘稠”应为“黏稠”, “粘痰”应为“黏痰”。
- (5) 医学名词使用不规范, 如“梗死”误用为“梗塞”, “淤血”误用为“瘀血”等。
- (6) 文内多处出现“/”或“vs”, 其含意不清。
- (7) 使用非公知公认缩略语的杂志, 文题中不恰当使用非公知公认的缩略语。
- (8) 药物名称错用商品名, 未使用我国的通用药品名称。
- (9) 药品或器械仅写出其生产和销售公司名称, 而未注明国家。
- (10) 正文内, 西文人名和缩略语不能移行排。

(本刊编辑部)