

Revolution CT 剂量匹配技术对肝脏脂肪含量测量值的影响

王诗瑜, 刘义军, 魏巍, 李贝贝, 王旭, 童小雨

【摘要】 目的:探讨基于剂量匹配的个体化低管电流扫描对定量 CT(QCT)肝脏脂肪含量测量及图像质量的影响。**方法:**前瞻性将 2022 年 2 月—12 月在本院接受胸部及上腹部 CT 扫描的 253 例患者纳入研究。对两次扫描重叠部分的肝脏进行对照研究。胸部扫描采用个体化低剂量扫描(A 组),管电压 120 kVp,管电流采用 Smart mA 技术,通过手动调整噪声指数(NI)降低管电流,使其辐射剂量等同于基于 Auto-prescription 技术推荐的 80 kVp 或 100 kVp 的辐射剂量,分别记为 A1 组和 A2 组。上腹部为常规 120 kVp 扫描(B 组),与 A 组对应分为 B1、B2 组。扫描完成后对 A 组图像分别采用 40%、60%和 80%权重后置 ASIR-V 进行图像重建。分别测量每组图像上胸部及上腹部扫描时肝脏重叠部位的 CT 值及其 SD 值和肝脏脂肪含量体积百分比($\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$),以同层面两侧竖脊肌作为背景组织,计算肝实质的 SNR 和 CNR。由两位观察者分别采用 5 分法评估各组胸部图像的图像质量。采用配对样本 t 检验比较 A、B 组之间肝脏的 $\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$ 、CT 值及其 SD 值、SNR 和 CNR 及辐射剂量的差异。采用 Bland-Altman 分析评估胸腹部图像上测量的 $\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$ 值的一致性。两位放射科医师对图像质量主观评分的一致性及差异分别采用 Kappa 检验和 Wilcoxon 秩和检验。**结果:**A 组内不同权重 ASIR-V 图像上测量的 $\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$ 值的差异无统计学意义($P>0.05$);A、B 组之间肝脏的 CT 值和 $\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$ 值的差异均无统计学意义($P>0.05$);A 组后置 60% ASIR-V 图像上肝脏的 SNR 和 CNR 高于 B 组,但图像质量主观评分的差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**以 Auto-prescription 技术推荐的辐射剂量为参考,通过剂量匹配,在常规 120 kVp 时通过改变管电流的方法来降低辐射剂量,对 QCT 肝脏脂肪含量的测量无显著影响,且不同权重后置 ASIR-V 对 QCT 肝脏脂肪含量的测量无影响。

【关键词】 肝脏疾病; 脂肪含量; 定量 CT; 剂量匹配; 辐射剂量; 图像质量

【中图分类号】 R814.42; R575.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)04-0534-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.04.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



To explore the effect of Revolution CT dose matching technique on the measurements of liver fat content

WANG Shi-yu, LIU Yi-jun, WEI Wei, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Liaoning 116011, China

【Abstract】 Objective: To investigate the effect of individualized low tube current based on dose matching of quantitative CT (QCT) on the measurements of liver fat content and image quality. **Methods:** A prospective collection of 253 patients who received chest and upper abdominal CT scans in our hospital from February to December 2022 was conducted to study the overlapping part of liver in the two scans. The chest was scanned with tube voltage of 120kVp and personalized tube current recommended by smart mA (group A). In group A, by manually modifying the noise index (NI), the tube current was reduced to achieve an equivalent radiation dose as that of 80 or 100kVp scans based on auto-prescription technique, and was denoted as group A1 and group A2 respectively. The upper abdomen was scanned with conventional tube voltage of 120kVp (group B), further divided into B1 and B2 groups corresponding to group A. After scanning, the images of group A were reconstructed by 40%, 60%, and 80% posterior ASIR-V. In each set of images, the CT value, SD value and volume percentage of liver fat content ($\text{Fat}\%_{\text{QCT}}$) in the overlapping parts of chest and upper abdomen were measured. The liver SNR and CNR were calculated against the background of erector spinae muscles on both sides at the same slice. The quality of chest images was assessed by two observers using a five-

作者单位: 116011 辽宁大连, 大连医科大学附属第一医院放射科

作者简介: 王诗瑜(1986—), 女, 辽宁盖州人, 硕士, 主管技师, 主要从事医学影像技术工作。

通讯作者: 刘义军, E-mail: yijunliu1965@126.com

point scale. Paired sample *t*-test was used to compare the differences of Fat%_{QCT}, CT value, SD, SNR, CNR and radiation dose between groups A and B. Bland-Altman analysis was applied to evaluate the consistency of Fat%_{QCT} measured between chest and upper abdomen images. The consistency and the differences of the subjective scores among two radiologists were examined by Kappa test and Wilcoxon sign rank test, respectively. **Results:** There was no statistically significant difference of Fat%_{QCT} measured with different ASIR-V weights in group A ($P > 0.05$). There was no statistically significant difference in the CT value and Fat%_{QCT} between group A and B ($P > 0.05$). The liver SNR and CNR on the images using posterior 60% ASIR-V in group A were higher than those of group B, without statistically significant difference in the subjective scores between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** Taking the radiation dose recommended by auto-prescription technique as a reference, the radiation dose is reduced by changing the tube current at conventional 120kVp through dose matching has no significant effect on the measurements of liver fat content in QCT, and different weights of ASIR-V have no effect on the measurements of liver fat content in QCT.

【Key words】 Liver disease; Fat content; Quantitative computed tomography; Dose matching; Radiation dose; Image quality

脂肪肝是全球成人和儿童慢性肝病最常见的病因之一,并且近年来发病呈年轻化趋势^[1]。脂肪性肝病早期是可逆的,因此早发现早治疗至关重要。肝脏穿刺活检是目前诊断肝脏脂肪变性的金标准,但已不作为脂肪性肝病的筛查方法^[2]。定量 CT (quantitative computed tomography, QCT) 可以实现对肝脏和腹部内脏脂肪含量的定量测量,临床应用价值较高。目前 CT 检查中多采用管电压预设 (auto-prescription) 技术来开展个体化低剂量扫描,但其是否会对脂肪含量的定量分析造成影响尚有待分析和探讨。因此,本研究采用 auto-prescription 技术结合不同权重的自适应统计迭代算法 (adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR-V) 进行个体化低剂量扫描,旨在探讨个体化低剂量 CT 成像参数对 QCT 肝脏脂肪含量测量及图像质量的影响。

材料与方法

1. 研究对象

前瞻性将 2022 年 2 月—12 月拟在本院 GE Revolution CT 机上行胸部及上腹部联合 CT 检查的患者纳入观察。纳入标准:①扫描过程中 Auto-prescription 技术推荐管电压值为 80/100 kVp 的患者;②能配合完成检查者。排除标准:①有肝内占位性病变(良性小囊肿、肝内小钙化灶除外);②体内有金属植入物等;③近期服用过任何可能导致肝损伤的药物;④有胰腺炎、急性胆囊炎等病史,影响数据测量者。最终共纳入符合本研究要求的患者 253 例,男 146 例、女 107 例,年龄 27~90 岁,平均(63.03±11.31)岁。

本研究经医院伦理委员会批准(PJ-KS-KY-2022-293)。所有患者签署了知情同意书。

2. CT 检查方法

使用 GE Revolution CT 机进行扫描。每日于患者扫描前,按照 QCT 质控标准对 QCT 体模采用不同扫描条件(80、100、120 kVp)进行校准。患者取仰卧位,头先进,双手上举。采取吸气末屏气扫描,扫描前对患者进行呼吸训练。胸部扫描采用个体化低剂量扫描方案(A 组),扫描范围为肺尖至肋膈角下 2 cm,管电压 120 kVp,管电流采用智能毫安技术(Smart mA),并通过手动调整噪声指数(noise index, NI)来降低管电流,使扫描的辐射剂量等同于基于 auto-prescription 技术推荐的 80 或 100 kVp 的辐射剂量,分别记为 A1 组(80 kVp, NI=12)和 A2 组(100 kVp, NI=11)。记录 A 组扫描时的容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, CTDI_{vol})和剂量长度乘积(dose length product, DLP)。B 组为上腹部常规剂量扫描,扫描范围为膈肌上缘 2 cm 至髂前上棘(需包含肝、胆、胰、脾),管电压为 120 kVp,自动管电流调制技术,NI=10,与 A1 和 A2 组对应的患者图像分别归入 B1 和 B2 组,A、B 组其余扫描及重建参数均一致:管电流 50~700 mA,扫描层厚 5 mm,0.5 s/r,螺距 0.992,探测器宽度 80 mm,前置 40% ASIR-V 重建算法,重建层厚及层间距均为 1.25 mm,标准算法重建。扫描完成后,对 A 组图像分别采用 40%、60%、80%权重的后置 ASIR-V 算法进行图像重建,对 B 组图像采用 40%权重的后置 ASIR-V 算法进行图像重建。

3. 数据测量和分析

将所有图像传输至 QCT 工作站及 AW4.6 后处理工作站。使用 Mindways Model 4 QCT Pro V6.1 骨密度分析系统,于每例患者的图像中选取胸部及上腹部扫描时相互重叠的含有门静脉的层面,在肝左叶、

肝右叶前段或肝右叶后段内勾画 ROI(面积约 7 mm², 避开血管及胆管)。由 1 位经过专业培训的放射科医师独立完成肝脏脂肪含量体积百分比(Fat%_{QCT})的测量和分析,重复测量 3 次,取平均值。使用 AW4.6 后处理工作站,在每例患者的图像中选取胸部及上腹部扫描时相互重叠的含有门静脉的层面,分别于肝脏最大层面勾画 ROI(面积 50~100 mm²),分别测量肝脏和竖脊肌的 CT 值及其标准差(standard deviation, SD),重复测量 3 次取平均值。以竖脊肌的 SD 作为背景噪声,计算 SNR 和 CNR,计算公式:

$$SNR = \frac{CT \text{ 值}_{\text{肝脏}}}{SD_{\text{竖脊肌}}} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{CT \text{ 值}_{\text{肝脏}} - CT \text{ 值}_{\text{竖脊肌}}}{SD_{\text{竖脊肌}}} \quad (2)$$

4. 胸部图像质量主观评分

由两位具有 5 年以上工作经验的影像科医师采用双盲法对胸部图像(肺窗、纵隔窗)的质量采用五分制进行主观评分,评分标准见表 1,评分≥3 分即为符合临床诊断要求。

表 1 图像质量评分标准

分值	评分标准
5	未见明显伪影,无噪声,图像质量优异,解剖结构显示清晰,图像细腻
4	少许伪影及噪声,图像质量良好,解剖结构显示比较清楚,图像较细腻
3	中等程度伪影,噪声水平一般,解剖结构显示不清楚
2	伪影较严重,噪声较大,图像质量较差,解剖结构显示较差
1	伪影严重,噪声明显,图像质量差,解剖结构显示不清,不能诊断

5. 统计学分析

使用 SPSS 24.0 和 GraphPad Prism 8.0.1 统计软件对数据进行分析。符合正态分布的计量资料采用均数±标准差的形式表示,A 组内采用单因素方差分析比较不同权重后置 ASIR-V 对 Fat%_{QCT} 测量值的影响。采用配对样本 *t* 检验比较 A 组(后置 40% ASIR-V 重建算法图像)与 B 组间 CT 值、SD 值、SNR 及 CNR 的差异。采用 Bland-Altman 分析对肝脏脂肪含

量(Fat%_{QCT}) 在胸部和腹部扫描图像(后置 40% ASIR-V 重建算法)上测量结果的一致性。两位放射科医师对图像主观质量评分的一致性采用 Kappa 检验,若观察者之间的一致性较好则采用标准差较小的数据进行 Wilcoxon 符号秩和检验比较 A 组(40%、60%、80%不同权重)、B 组(40%权重图像)图像质量主观评分的差异性。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 客观评价

A 组中不同权重重建图像及 B 组图像上各定量参数的测量值及组间比较结果见表 2~3。肝脏的 CT 值和 Fat%_{QCT} 值在 A1 组与 B1 组、A2 组与 B2 组之间的差异均无统计学意义(*P*>0.05)。A1 组内和 A2 组内不同权重重建图像之间 Fat%_{QCT} 值的差异均无统计学意义(*P*>0.05)。

A、B 组之间肝脏的 SD、SNR、CNR 及竖直肌的 SD 的差异均有统计学意义(*P*<0.05)。A 组中后置 40%ASIR-V 重建图像的 SNR 和 CNR 低于 B 组,SD 值高于 B 组;60%和 80%ASIR-V 重建图像的 SNR 和 CNR 高于 B 组,SD 值低于 B 组(*P*<0.05)。

2. 主观评价

2 位观察者对 A 组(A1、A2 组)40%、60%、80%不同权重 ASIR-V、B 组(B1、B2 组)40% ASIR-V 图像质量的主观评分的一致性均较好(Kappa=0.773~0.918,*P* 均<0.05)。A 组结合 60%后置 ASIR-V 的主观评分最高,与 B 组间的差异无统计学意义(*P*>0.05),而 A 组结合 40%和 80%后置 ASIR-V 重建图像的主观评分低于 B 组(*P*<0.05,表 2~3,图 1~2)。

采用 Bland-Altman 对 A1 组与 B1 组、A2 组与 B2 组肝脏 Fat%_{QCT} 测量值进行一致性分析,2 组间具有较高的一致性(图 3)。

3. 辐射剂量

A1 和 A2 组中,基于 auto-prescription 技术推荐管电压 80 和 100 kVp 的辐射剂量与实际扫描的辐

表 2 A1 组与 B1 组图像质量主客观评估结果的比较 /例

指标	A1 组(141 例)			B1 组(141 例)	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
	40%权重	60%权重	80%权重	40%权重		
肝脏 CT 值/HU	60.51±8.31	60.62±8.41	61.63±8.43	60.77±8.34	0.009	0.991
竖脊肌 CT 值/HU	51.91±87.55	51.86±7.50	51.85±7.47	51.87±7.51	0.002	0.998
肝脏 SD/HU	17.03±1.03 ^a	13.10±0.91 ^a	9.23±0.83 ^a	15.46±0.99	2506.921	<0.001
竖脊肌 SD 值/HU	18.58±2.52 ^a	14.37±1.61 ^a	10.58±1.59 ^a	16.35±1.47	588.755	<0.001
肝脏 SNR/HU	3.57±0.56 ^a	4.65±0.73 ^a	6.62±1.07 ^a	3.95±0.60	507.226	<0.001
肝脏 CNR/HU	0.45±0.65 ^a	0.59±0.85 ^a	0.80±1.18 ^a	0.56±0.69	5.113	0.006
Fat% _{QCT}	8.02%±4.60%	8.00%±4.60%	7.99%±4.61%	7.97%±4.53%	0.002	0.998
主观评分	3.99±0.46 ^a	4.82±0.39	3.01±0.12 ^a	4.82±0.39	923.208	<0.001

注:^a配对样本 *t* 检验结果显示与 B1 组数据比较,差异有统计学意义(*P*<0.05)

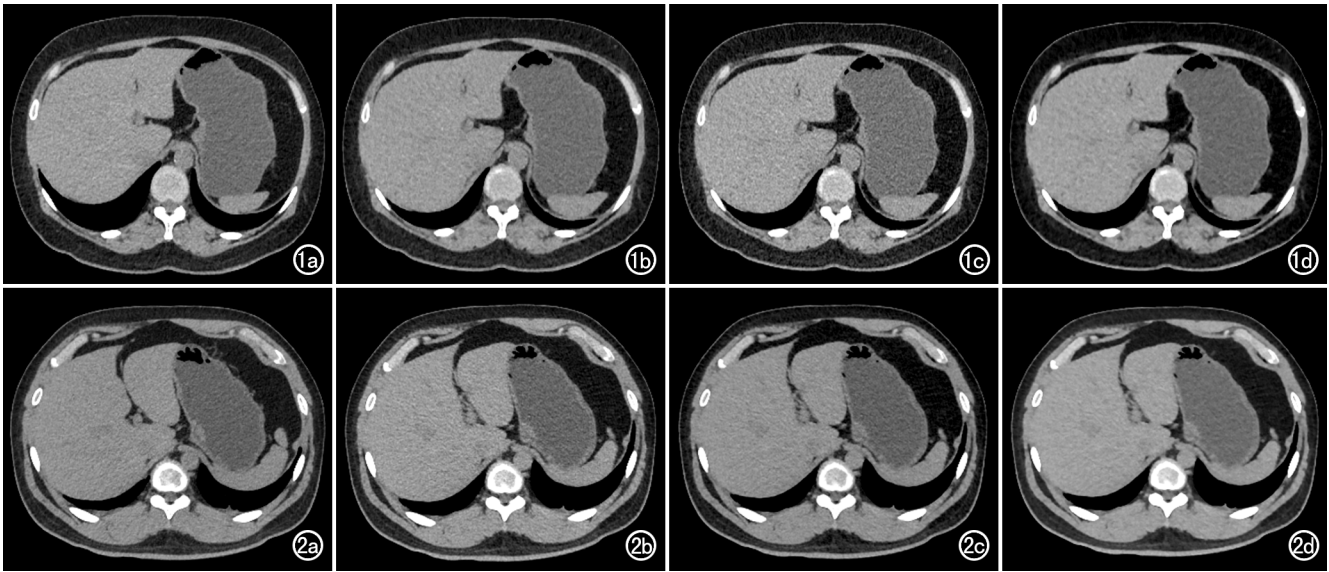


图 1 患者,男,43 岁,BMI=27.9 kg/m²。a)B 组腹部常规扫描图像(120 kVp,NI=10,后置 40%-ASIR-V 重建);b~d 为 A 组后置 40%、60%和 80%-ASIR-V 胸部重建图像(120 kVp,NI=12)。后置 60%-ASIR-V 重建图像 c 的 SNR 和 CNR 高于图 a,主观评分与图 a 无明显差异。 图 2 患者,男,25 岁,BMI=24.7 kg/m²。a)B 组腹部常规扫描图像(120 kVp,NI=10,后置 40%-ASIR-V 重建);b~d 为 A 组后置 40%、60%和 80%-ASIR-V 胸部重建图像(120 kVp,NI=11)。后置 60%-ASIR-V 重建图像 c 的 SNR 和 CNR 高于图 a,主观评分与图 a 无明显差异。

表 3 A2 组与 B2 组图像质量主客观评估结果的比较 /例

指标	A2 组(112 例)			B2 组(112 例)	F 值	P 值
	40%权重	60%权重	80%权重	40%权重		
肝脏 CT 值/HU	59.37±8.84	59.33±8.88	59.29±8.90	59.23±8.97	0.002	0.998
竖脊肌 CT 值/HU	48.85±9.54	48.97±9.49	48.94±9.39	48.93±9.25	0.005	0.995
肝脏 SD/HU	16.75±1.42 ^a	12.70±1.21 ^a	8.83±1.09 ^a	14.81±1.30	1130.87	<0.001
竖脊肌 SD 值/HU	17.86±2.06 ^a	14.02±1.91 ^a	10.32±1.90 ^a	15.84±1.84	132.935	<0.001
肝脏 SNR/HU	3.56±0.54 ^a	4.70±0.73 ^a	6.78±1.13 ^a	4.02±0.61	428.135	<0.001
肝脏 CNR/HU	0.55±0.78 ^a	0.68±0.99 ^a	0.91±1.36 ^a	0.60±0.86	3.422	0.034
Fat% _{QCT}	10.97%±6.02%	10.98%±6.01%	10.99%±6.00%	10.98%±6.01%	0.016	0.998
主观评分	3.95±0.40 ^a	4.93±0.26	3.03±0.16 ^a	4.95±0.23	1203.673	<0.001

注:^a配对样本 *t* 检验结果显示与 B2 组的数据比较,差异有统计学意义(*P*<0.05)

射剂量差异无统计学意义(*t* = 1.313, 1.760, *P* > 0.05)。

讨 论

临床上行胸腹部联合扫描的需求量逐渐增大,两次检查受到的辐射剂量不容小觑。在一次 CT 扫描的基础上,通过胸部的低剂量扫描和 QCT 分析技术,可以准确地测量椎体的骨密度^[3]。但低剂量扫描对 QCT 肝脏脂肪含量的测量是否有影响目前鲜有报道。在临床实际应用中,低剂量扫描多采用降低管电压(kV)和/或管电流(mA)的方法来实现^[4]。动物试验的结果表明低剂量(80 kVp)可用于定量分析肝脏脂肪^[5]。因此,本研究通过降低管流实现低剂量扫描,基于胸部及上腹部联合扫描的患者,探讨低管电流对肝脏脂肪含量测量及图像质量的影响。

本研究团队先前的研究结果表明,采用 auto-pre-

scription 推荐的管电压可以实现胸部个体化低剂量扫描^[6]。因此,本研究中探讨在胸部扫描时,使用 120 kVp 常规管电压,并以 auto-prescription 技术得到的低管电压个体化辐射剂量作为参考,通过调整 NI 来降低扫描时的管电流,实现低剂量扫描;并通过与上腹部常规剂量扫描(120 kVp,NI=10,常规管电流)进行对比,分析低管电流对肝脏脂肪含量测量的影响。NI 为控制管电流输出的重要指标,有研究表明,NI 每降低 5%,辐射剂量将增加约 10%^[7]。随着 NI 值的增加,CTDIvol 和 DLP 下降,组织的 SD 增加。本研究结果显示,基于 auto-prescription 技术推荐的管电压(80/100 kVp)所对应的辐射剂量,实际扫描时采用 120 kVp 常规管电压,而通过调节 NI 为 11 或 12 来降低管电流,使得实际扫描时的辐射剂量与模拟的辐射剂量相当,也能获得较好的图像质量,且对肝脏脂肪含量的测量无明显影响。由此可见,选用适当的噪音

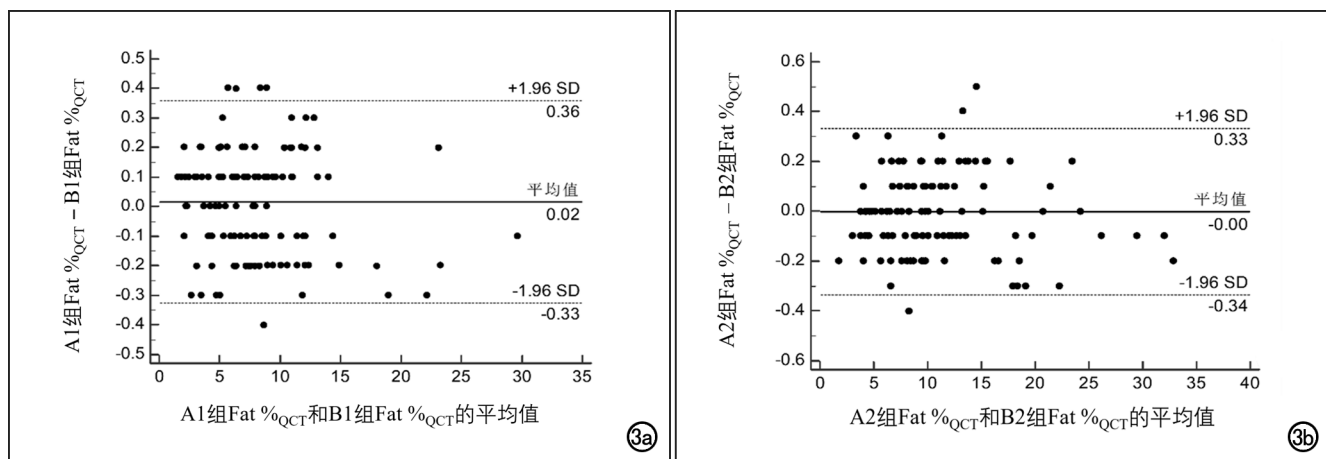


图3 Bland-Altman 分析散点图。a) A1 组与 B1 组肝脏 Fat $\%$ $_{\text{QCT}}$ 测量值的差值均靠近 0 轴, 表明 2 组间具有较高的一致性; b) A2 组与 B2 组肝脏 Fat $\%$ $_{\text{QCT}}$ 测量值的差值均靠近 0 轴, 表明 2 组间具有较高的一致性。

指数, 可以平衡图像质量和辐射剂量。

ASIR-V 是一种新的迭代重建算法, 以往的研究结果表明个体化低剂量扫描联合后置 ASIR-V 重建技术可以在保持图像质量的情况下减少辐射剂量^[8-9]。而且, 随着迭代权重的增加, 图像改善效果也相应增加^[10-12]。本研究结果显示, A 组采用的个体化低管电流扫描结合不同权重后置 ASIR-V 算法时, 对肝脏 CT 值及 QCT 肝脏脂肪测量值无显著影响, 可能是因为管电压是决定 X 线能量的关键因素, 而管电流则与之无显著相关性^[13-14]。根据 CT 值的计算公式 $[CT_M = (U_M - U_W) / U_W \times 100\%]$ (CT_M 为物质的 CT 值, U 为吸收系数), 可见 CT 值与物质的 X 线吸收系数有关, 而吸收系数又与物质的类型和 X 线的能量有关, 当物质类型一定时则仅与 X 线的能量有关。龚筑等^[15]的研究表明: 各受试者肝脏脂肪含量百分数与肝脏 CT 值具有较高的一致性, 这与本研究的结论一致。因此, 在胸部低管电流个体化剂量扫描结合后置 60%-ASIR-V 时, 不仅可以得到高质量的图像和降低辐射剂量, 还可以在不增加辐射剂量的条件下用于 QCT 对肝脏脂肪含量的定量分析, 这有利于探索多病共检模式, 建立慢病的风险预测模型。

本研究的局限性: ①虽然在扫描前对患者进行了呼吸训练, 但胸腹部为两次扫描, 不能完全避免呼吸运动造成的偏差; ②Auto-prescription 技术对管电压的推荐与患者的体型相关, 推荐使用 70 kVp 扫描条件的人群较少, 因此本文没有对 70 kVp 进行剂量匹配。

综上所述, 低管电流个体化低剂量胸部扫描结合后置 60%-ASIR-V, 不仅可以保证图像质量, 而且能较准确地测量肝脏脂肪含量, 也并未额外增加患者的辐射剂量。胸部低剂量扫描结合 QCT 技术可一站式测量肝脏脂肪含量, 准确评估脂肪肝, 在患者的健康管

理中具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] Hayat U, Siddiqui AA, Farhan ML, et al. Genome editing and fatty liver[J/OL]. Adv Exp Med Biol, 2023, 1396: e191-e206. DOI: 10.1007/978-981-19-5642-3_13. PMID: 36454468.
- [2] Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, et al. The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: practice guidance from the American Association for the Study of liver diseases[J/OL]. Hepatology, 2018, 67(1): e328-e357 [Epub 2017 Sep 29]. DOI: 10.1002/hep.29367. PMID: 28714183.
- [3] 程晓光, 李永丽, 郭智萍. 低剂量胸部 CT 结合定量 CT 在健康管理的应用[J]. 中华健康管理学杂志, 2022, 16(9): 593-595.
- [4] 马延贺, 王伟, 宋振春, 等. 超低辐射剂量扫描在 CT 引导下经皮肺穿刺活检中的应用[J]. 放射学实践, 2020, 35(2): 170-174.
- [5] 张雪萍, 程晓光, 程敬亮, 等. 定量 CT 评估鹅肝脏脂肪变性的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(4): 431-435.
- [6] 李贝贝, 张子敬, 赵明月, 等. 个体化低辐射剂量胸部增强 CT 成像的模式与临床研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2022, 42(12): 992-998.
- [7] Harun HH, Karim MKA, Abbas Z, et al. Effect of iterative reconstruction algorithm levels on noise index and figure-of-merit in CT pulmonary angiography examinations[J]. J Xray Sci Technol, 2020, 28(5): 893-903.
- [8] 唐慧, 杨军乐, 贺太平, 等. 3 种不同迭代重建技术在胸部低剂量 CT 扫描中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(6): 1003-1006.
- [9] 牛丹丹, 杨晨晓, 翟艳慧, 等. 迭代重建技术结合不同噪声指数对不同体型肺标本图像质量和剂量的影响[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(7): 1296-1299.
- [10] 张卓璐, 刘卓, 洪楠. 混合迭代重建混合权重对心脏 CT 冠状动脉钙化积分影响[J]. 放射学实践, 2021, 36(6): 751-755.
- [11] 姜筱璇, 余行, 邓中华, 等. 不同多模型迭代重建算法与卷积核参数对 CT 影像自动分割稳定性的影响[J]. 中国医疗器械杂志, 2022, 46(2): 219-224.
- [12] 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.
- [13] 吕蓉, 陈晨, 胡维娟, 等. CT 值与管电流、管电压的关系以及图像

噪声与辐射剂量的相关性研究[J].实用放射学杂志,2020,36(1):123-127.

[14] Small GR, Kazmi M, Dekemp RA, et al. Established and emerging dose reduction methods in cardiac computed tomography[J]. J Nucl Cardiol, 2011, 18(4): 570-579.

[15] 龚筑, 段庆红, 阮志兵, 等. 定量 CT 技术定量诊断脂肪肝的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(6): 950-954.

(收稿日期:2023-05-06 修回日期:2023-09-01)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字,节省篇幅,使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列),以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient):表观扩散系数
- ALT:丙氨酸转氨酶;AST:天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow):血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent):血氧水平依赖
- BV (blood volume):血容量
- b:扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography):冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation):曲面重组
- CR(computed radiography):计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography):计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography):CT 血管成像
- CTPI(CT perfusion imaging):CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine):医学数字成像和传输
- DR(digital radiography):数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography):数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging):扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging):扩散张量成像
- ECG (electrocardiography):心电图
- EPI (echo planar imaging):回波平面成像
- ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography):经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length):回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery):液体衰减反转恢复
- FLASH (fast low angel shot):快速小角度激发
- FOV (field of view):视野
- FSE (fast spin echo):快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像
- IR (inversion recovery):反转恢复
- Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo):梯度回波
- HE 染色:苏木素-伊红染色
- HRCT(high resolution CT):高分辨率 CT

- MPR (multi-planar reformation):多平面重组
- MIP (maximum intensity projection):最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection):最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging):磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱学
- MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography):磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT):多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time):平均通过时间
- NEX (number of excitation):激励次数
- PACS (picture archiving and communication system):图像存储与传输系统
- PC (phase contrast):相位对比法
- PET (positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability):表面通透性
- ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography):单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging):灌注加权成像
- ROI (region of interest):兴趣区
- SE (spin echo):自旋回波
- STIR(short time inversion recovery):短时反转恢复
- TACE(transcatheter arterial chemoembolization):经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image):T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image):T₂ 加权像
- TE (time of echo):回波时间
- TI (time of inversion):反转时间
- TR (time of repetition):重复时间
- TOF (time of flight):时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo):快速自旋回波
- VR (volume rendering):容积再现
- WHO (World Health Organization):世界卫生组织
- NAA(N-acetylaspartate):N-乙酰天门冬氨酸
- Cho(choline):胆碱
- Cr(creatine):肌酸