

论 著

低管电压低剂量低浓度造影剂在增强CT检查中预防造影剂肾病的临床研究

河南科技大学第一附属医院肾内科

(河南 洛阳 471003)

李 飞*

【摘要】目的 分析低管电压低剂量低浓度造影剂在增强CT检查中预防造影剂肾病的效果。方法 选取2013年1月至2017年12月于我院放射科进行肾脏CT检查的168例患者作为研究对象,随机将患者分为观察组与对照组,各84例,观察组患者扫描管电压为100kVp,对照组患者扫描管电压为120kVp,两组患者使用造影剂碘海醇,分析两组主观评分的分布情况与结果、图像质量的客观评价以及辐射剂量与碘摄入量。结果 168例患者增强CT图像主观分数均 ≥ 3 分,满足诊断要求,两组主观评价差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组实验期肾髓质CT值高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);观察组皮质期肾皮质、肾髓质、腹主动脉CT值高于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$);观察组噪声高于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$);观察组辐射剂量与碘摄入量明显低于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$),观察组辐射剂量较对照组减少了44.26%,观察组碘摄入量较对照组减少27.67%。对照组患者检查后肾功能低于检查前,差异具有统计学意义($P<0.05$),对照组患者检查后肾功能低于观察组检查后,差异具有统计学意义($P<0.05$)。结论 进行肾脏增强CT检查时选用100kVp管电压以及80mL浓度为270mgI/mL的造影剂能在保持良好的图像质量的基础上,减少辐射剂量及碘摄入量,有助于降低造影剂肾病的风险。

【关键词】肾脏;低管电压;低剂量;造影剂

【中图分类号】R692; R445.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.03.031

Low-dose Low-concentration Contrast Agent Combined with Low Tube Voltage in Renal CT Enhancement Examination

LI Fei*

Department of Renal Medicine, The 1st Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the effect of low-dose low-concentration contrast agent combined with low tube voltage in renal CT enhancement examination. **Methods** A total of 168 patients who underwent renal CT examination in radiology department of our hospital from January 2013 to December 2017 were selected and randomly divided into observation group and control group, each with 84 cases. The tube voltage was 100kVp in observation group and 120kVp in the control group. Both groups used the iodixanol. The image quality was scored subjectively and evaluated objectively, radiation dosage and iodine intake were analyzed. **Results** The subjective scores of enhanced CT images of 168 patients were all greater than 3 points, which met the diagnostic requirements, with no statistic difference in subjective evaluation between the two groups ($P>0.05$). The CT value of tumor in corticomedullary phase of the observation group was higher than that of the control group ($P<0.05$). The CT values of tumor in nephrographic phase, cortex of corticomedullary phase and aorta of corticomedullary phase of the observation group were higher than those of the control group ($P<0.05$). The radiation dose of the observation group was 44.26%, less than that of the control group, and the iodine intake of the observation group was 27.67%, less than that of the control group ($P<0.05$). The renal function was weakened after examination, and was weaker in the control group than in the observation group ($P<0.05$). **Conclusion** The choice of 100kVp tube voltage and 80 mL 270 mgI/mL contrast agent can reduce radiation dose and iodine intake on the basis of maintaining good image quality, which is helpful to reduce the risk of contrast-induced nephropathy.

Keywords: Kidney; Low Tube Voltage; Low-dose; Contrast Agents

随着患者和临床医生对疾病精准诊断的追求,临床上对无创性影像检查的图像分辨率、重叠率以及解剖结构显示等要求逐渐上升。增强CT检查因操作简便、准确率高、空间分辨率高等优势已成为临床上常用检查方法之一,但其伴随的电离辐射有导致癌症发生率升高的风险,因此受到医务人员及患者广泛关注^[1-3]。Hua等^[4]研究表明,增强CT检查因对比剂的使用有导致对比剂肾病发生的可能,与患者已存在的肾功能不全和造影剂用量等原因相关,使用大剂量高浓度造影剂有增加诱发肾病的风险,增强CT图像质量与辐射剂量、造影剂剂量密切相关,如何在保证图像质量的前提下,尽可能降低辐射剂量、造影剂用量是临床常见问题,目前主要是通过降低管电压或调制自动管电流的方法解决,但效果不理想^[5-7]。因此研究增强CT检查中低管电压低剂量低浓度造影剂方案对预防造影剂肾病至关重要,本研究选取我院放射科进行肾脏CT检查的168例患者的临床资料进行回顾性分析,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取于我院放射科进行肾脏CT检查的168例患者作为研究对象。随机将患者分为观察组与对照组,各84例;观察组患者男性44例,女性40例,平均年龄为 (57.69 ± 11.49) 岁,平均BMI为 (26.37 ± 1.9) kg/m²,腰围 86.21 ± 9.29 cm;对照组男性43例,女性41例,平均年龄为 (57.72 ± 11.49) 岁,平均BMI为 (26.41 ± 1.9) kg/m²,腰围 (86.23 ± 9.29) cm。两组患者年龄、性别以及BMI等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究经我院医学伦理委员会审核并通过。

纳入标准: $18.49 \text{ Kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28.49 \text{ Kg/m}^2$; 年龄 ≥ 22 岁;腰围(男/女) ≤ 100 cm;研究对象或研究对象家属签署知情同意书。

【第一作者】李 飞,女,住院医师,主要研究方向:造影剂肾病。E-mail: 13628635331@163.com

【通讯作者】李 飞

排除标准：造影剂过敏者；有造影剂禁忌者；患有严重心肺疾病者。

1.2 方法 所有患者均选用256层CT扫描仪(西门子炫速双源CT- SOMATOM Definition Flash)三期增强扫描(包括皮质期、实质期以及排泄期)，扫描范围从左侧肾上腺区至肾下，并采用非离子型二聚体对比剂以4.5mL/s的流率经肘正中静脉注入60~70mL对比剂并用30mL生理盐水冲管。观察组患者扫描管电压为100kVp，对照组患者扫描管电压为120kVp，两组患者使用造影剂碘海醇(GE Healthcare Ireland, 国药准字J20100112, 16g: 50mL)，造影剂剂量取决于患者年龄、体重及全身情况，本研究使用270mgI/mL。图像处理使用自适应统计迭代重建并设定为30%。两组患者其他扫描参数相同，扫描触发阈值为150HU，实质期与排泄期分别于60s后以及180s后开始，扫描后将数据传送至工作站进行重建与分析。测量由同一组医师独立进行，记录所有研究对象皮质期和实质期肾脏皮质、髓质、病灶以及右肾门水平浮动脉的CT值以及实质期右肾门水平下腔静脉CT值，SD值作为图像噪声；测量两组图像中肾皮质期腹主动脉、肾皮质、竖脊肌以及的实质期肾静脉肌CT值及标准差，平扫测量肾皮质的CT值。

1.3 评价标准 2名专科医师对图像进行主观评价^[8]，根据图像噪声、软组织对比度、肾实质解剖层次及纹理清晰度对患者进行主观评分：4分为好，3分为良，2分为可诊断，1分为差。其中图像噪声是重要考察要点，如2位医师意见不统一则讨论

后做出一致结论。检测病灶时应避开周围正常肾脏组织、坏死区，所有感兴趣区(region of interest, ROI)测量肾皮质应避开伪影区，并向远端取3个层面进行测量并取均值；ROC统一设为25mm²圆形，计算机对比噪声比^[9](contrast to noise ratio, CNR)(病灶的CT值-邻近肾皮质的CT值)/N，信噪比^[10](signal to noise ratio, SNR)=病灶CT值/N。计算肾皮质强化值^[11] ΔHu =皮质期CT值-平扫CT值。本研究统计的辐射剂量通过CT自动计算得到容积CT剂量指数(Volume CT dose index, CTDIvol)、剂量长度乘积(Dose Length Product, DLP)以及全身有效剂量(effective dose, ED)。由剂量长度乘积与转换系数K $[k=0.014mSv/(mGy \cdot cm)]$ ^[12]相乘估计ED。摄入造影剂总量(mg)=造影剂浓度×造影剂量。造影剂肾病的诊断标准按照造影剂使用后Cr升高25%以上，肾功能检查以Cr、BUN、 β_2 微球蛋白(β_2 -microglobulin, β_2 -MG)为主。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0进行分析，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，比较采用t检验；计数资料采用率(%)表示，比较采用 χ^2 检验； $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组主观评价分布 两组主观分数均 ≥ 3 分，即满足诊断要求，两组主观评价差异无统计学意义($P>0.05$)，见表1。典型病例影像学分析见图1。

表1 两组主观评价分布(例)

组别	例数	1分	2分	3分	3.5分	4分	P
观察组	84	0	0	21	13	50	0.308
对照组	84	0	0	17	8	59	

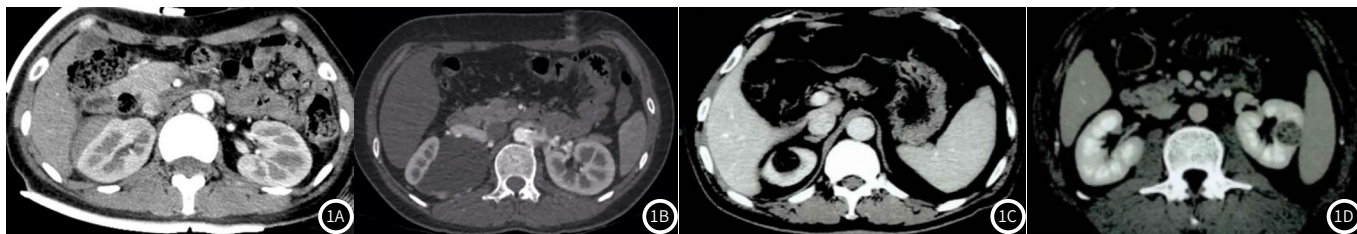


图1 典型病例影像图。1A: 观察组男性患者, BMI 27.01kg/m², 腰围为78cm, 主观评分4分; 1B: 观察组男性患者, BMI 27.51kg/m², 腰围为82cm, 图像噪声较高, 主观评分3分。1C: 对照组男性患者, BMI 26.97kg/m², 腰围为83cm, 主观评分4分; 1D: 对照组男性患者, BMI 28.01kg/m², 腰围为85cm, 图像噪声较高, 主观评分3分。

2.2 两组客观评价分布 观察组实验期肾髓质CT值高于对照组，差异具有统计学意义($P<0.05$)；观察组皮质期肾皮质、肾髓质、腹主动脉CT值高于对照组，差异具有统计学意义($P<0.05$)；观察组噪声高于对照组，差异具有统计学意义($P<0.05$)，见表2。

2.3 辐射剂量与碘摄入量 观察组辐射剂量与碘摄入量明显低于对照组，差异具有统计学意义($P<0.05$)，见表3。

2.4 两组患者检查前后肾功能比较 两组患者检查前肾功能比较差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组患者检查后与检查前差异比较无统计学意义($P>0.05$)；对照组患者检查后肾功能低于检查前，差异具有统计学意义($P<0.05$)；对照组患者检查后肾功能低于观察组检查后，差异具有统计学意义($P<0.05$)，见表5。

表2 两组客观评价分布

组别	期	皮质(HU)	髓质(HU)	病灶(HU)	动脉(HU)	静脉(HU)	SNR	CNR	噪声
观察组	皮质期	211*	89*	151	401*		22.1	14.1	8.1*
	实质期	179	239*	111	161	142	14.9	9.9	
对照组	皮质期	169	74	92	331		15.9	17.9	5.9
	实质期	175	210	71	151	131	10.9	19.1	

注：*表示与对照组相比，差异具有统计学意义($P<0.05$)。

表3 辐射剂量与碘摄入量($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	管电压(kVp)	ED(mSv)	碘摄入量(mg)
观察组	84	100	11.21 $\pm$ 3.27	21.70 $\pm$ 1.27
对照组	84	120	20.29 $\pm$ 3.29	30.00 $\pm$ 2.14
t			17.940	30.569
P			<0.001	<0.001

表4 两组患者检查前后肾功能比较($\bar{x}\pm s$)

组别		Cr(μ mol/L)	BUN(mmol/L)	尿 β 2-MG(g/L)
观察组(n=84)	检查前	151.14 $\pm$ 51.11	7.29 $\pm$ 2.91	0.39 $\pm$ 0.21
	检查后	150.04 $\pm$ 51.06	7.27 $\pm$ 2.89	0.38 $\pm$ 0.20
对照组(n=84)	检查前	151.23 $\pm$ 51.05	7.31 $\pm$ 2.92	0.41 $\pm$ 0.19
	检查后	131.41 $\pm$ 51.05 ^{*,#}	6.39 $\pm$ 2.88 ^{*,#}	0.21 $\pm$ 0.19 ^{*,#}

注：*表示与检查前比较，差异具有统计学意义(P<0.05)；#表示与观察组患者检查后比较，差异具有统计学意义(P<0.05)。

3 讨论

增强CT提高了病变与正常组织的对比度，对肾脏病变检出、诊断及治疗具有重要临床价值，但相对于CT平扫而言也增加了患者的辐射剂量和造影剂肾病的风险^[13]。低管电压增强CT扫描可以在不影响图像以及诊断标准的前提下适当降低造影剂用量^[14]，降低造影剂用量和造影剂浓度在一定程度上有助于降低患者肾毒性风险^[15]。但如何在保证CT图像质量的前提下，尽可能减低管电压、减少造影剂用量和造影剂浓度是临床急需解决的问题。

本研究中，两组患者图像质量主观评价具有高度一致性，差异不具有统计学意义，说明低浓度造影剂以及低管电压扫描方案可在降低辐射剂量及碘总量的基础上获得与常规增强CT同等效果的图像。本研究结果显示，168例患者增强CT图像主观分数均 ≥ 3 分，也说明了造影剂浓度虽降低，但主观评分均满足诊断要求，获得了满意的图像质量。观察组实验期肾髓质CT值高于对照组。观察组皮质期肾皮质、肾髓质、腹主动脉CT值高于对照组。低管电压使平均光子能够接近碘吸收并发出大量光电效应，提高含碘组织CT值，且增强CT管电压应与造影剂浓度成正比，故在临床诊疗中，使用低管电压需要更改造影剂碘总量，尽可能避免强化组织结构密度明显增高。Nik等^[16]研究表明，X线与造影剂中的碘能产生光电效应，提高含碘组织的CT值，进而产生足够对比效果，但图像噪声会逐渐增大，观察组噪声高于对照组，说明图像噪声变化与管电压变化成反比，在其他参数不变的情况下，降低管电压会造成图像噪声，仍存在管电压过低导致图像噪声增加，增大了误诊、漏诊的发生率。本研究中观察组辐射剂量与碘摄入量明显低于对照组，同时也说明了管电压与辐射剂量、碘摄入量均具有一定联系。造影剂肾病从现代造影技术广泛开展后一直受到广大医务人员的关注，故预防造影剂肾病在临床检查中也至关重要，增强CT检查会提高对比剂肾病的发病几率，与患者已存在的肾功能不全和造影剂用量等原因相关，本研究中观察组未出现造影剂肾病，但对照组患者普遍出现造影剂肾病，说明应用低管电压、低剂量的低浓度造影剂能够明显降低造影剂肾病发病的几率。但本研究也存在一定局限性，即对体重较低和肥胖患者未做研究，未来将进一步针对患者体型降低或增加管电压改

善图像质量情况进一步深入研究。

综上所述，患者肾脏增强CT选用100kVp管电压以及80mL 270mgI/mL浓度的造影剂能够保持良好的图像质量，并能减少辐射剂量及患者碘摄入量，在一定程度上能够预防造影剂肾病。

参考文献

[1] 李胜利, 方飞洪. 低剂量造影剂结合低管电压在肾癌CT增强扫描中应用的可行性研究[J]. 临床合理用药杂志, 2017, 10(2): 21-22.

[2] Cao Z T, Liu T J, Chen G, et al. Application of low-tube voltage combined with low-dose contrast-agent iodine in bronchial artery CT[J]. Chin Comput Med Imaging, 2017, 11(2): 37-35

[3] 李小璐. 低管电压低碘量造影剂对肾脏CT增强扫描的可行性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2017.

[4] Hua H Q, Kang D Q, Xu X J, et al. Low tube voltage combined with automatic tube current modulation technique for digital subtraction CT angiography of head and neck: a feasibility study[J]. Radiol Pract, 2016, 44(2): 1-2.

[5] 祝红线, 李相生, 冯瑞, 等. 低辐射剂量扫描联合低剂量造影剂在320排容积CT冠脉成像中的应用[J]. 中国医学装备, 2017, 14(9): 66-70.

[6] Zhu X, Li X, Zhang Q, et al. Low concentration contrast medium on neck enhanced examination by a combination of low-tube-voltage and iterative reconstruction technique[J]. Contemp Med, 2018, 44(3): 7-9.

[7] Wang T, Gong Y, Shi Y B, et al. Feasibility of dual-low scheme combined with iterative reconstruction technique in acute cerebral infarction volume CT whole brain perfusion imaging[J]. Exp Ther Med, 2017, 14(1): 163-168.

[8] 殷夫, 纪震, 周家锐, 等. PET/CT图像质量主观评价与感知模型[J]. 深圳大学学报(理工版), 2015(2): 205-212.

[9] 张中伟. 磁共振图像特征及其对比机制(二): 图像对比与对比度噪声比[J]. 影像诊断与介入放射学, 2017, 26(5): 2430-2433.

[10] 梁坚豪, 朱新进, 杨侃荣, 等. 低辐射剂量联合低剂量对比剂在甲状腺CT增强扫描中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(2): 105-108.

[11] 赵国营. 肾脏皮质厚度与皮质期肾功能相关性的增强CT研究[J]. 中国实用医刊, 2016, 43(6): 93-95.

[12] 胡鹏志, 陈伟. CT检查技术规范操作手册[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2015: 25-31.

[13] 叶风平, 许兵, 王敏杰. 自适应迭代重建法在低剂量肾动脉CTA扫描中的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(10): 80-83.

[14] Largo R, Stolzmann P, Fankhauser C D, et al. Predictive value of low tube voltage and dual-energy CT for successful shock wave lithotripsy: an in vitro study[J]. Urolithiasis, 2016, 44(3): 271-276.

[15] 牟东景, 周刚. 双低剂量联合迭代重建算法在头颈部CTA检查中的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(12): 19-21, 25.

[16] Nik N N D, Zainon R, Rahman A T A. Evaluation of radiation dose in pediatric head CT examination: a phantom study[C]//Materials Science and Engineering Conference Series. Materials Science and Engineering Conference Series, 2018: 13(10): 55-56.

(收稿日期: 2018-11-16)