

## 64 排螺旋 CT 低电压、低浓度对比剂 在门静脉系统成像中的应用研究

傅强, 王璐

青岛市市立医院, 山东 青岛 266011

**摘要:** **目的** 探讨 64 排螺旋 CT 低电压、低浓度对比剂在门静脉系统成像中的效果。**方法** 选择门静脉 CTA 检查患者 60 例, 按照入组序列号随机分为 A、B、C、D 四组, 每组 15 例, 其中 A、B 两组采用常规 120 kV 管电压扫描, C 组、D 组根据患者体重个体化选择管电压, 范围为 90 ~ 120 kV; A 组、C 组选用浓度为 350 mgI/mL 的欧乃派克, B 组、D 组选用浓度为 300 mgI/mL 欧乃派克, 比较四组门静脉图像质量、辐射剂量以及对肾功能的影响。**结果** 四组门静脉 CT 图像主观评分均合格, 评分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 门静脉 CT 图像 SNR、CNR 平均分 A 组、B 组、C 组、D 组依次减低, 但各组组间 SNR、CNR 平均分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); A 组与 B 组 CTDI<sub>vol</sub>、DLP、ED 水平高于 C 组与 D 组, 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 四组检查后血 UN、Cr 水平均较检查前明显增高, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 其中 A 组与 C 组检查后血 UN、Cr 水平显著高于 B 与 D 组, 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。**结论** 64 排螺旋 CT 低电压、低浓度对比剂“双低”扫描模式门静脉系统成像可有效降低辐射剂量与肾毒性, 且可获得满足临床诊断需求的 CT 影像。

**关键词:** 64 排螺旋 CT; 低电压; 低浓度对比剂; 门静脉系统

中图分类号: R814.42 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2017)05-0596-04

随着多排螺旋 CT 的广泛普及, 依其强大的三维后处理功能, CT 血管成像技术日趋成熟, 为临床诊断血管疾病提供了极大地帮助<sup>[1]</sup>。其中 CT 门静脉系统显像是诊断门脉血流状况、血栓、癌栓形成以及辅助评估肝脾功能的常用检查方法。但是近年来人们对 CT 辐射危害及对比剂肾毒性的认识日益深入, 降低 CT 扫描危害性已经成为医技研究的热点课题。部分学者通过对冠状动脉、肺动脉以及下肢血管 CT 成像研究显示低电压、低浓度对比剂“双低”扫描模式具有良好的可行性<sup>[2-3]</sup>。在此基础上, 笔者应用 64 排螺旋 CT 开展低电压、低浓度对比剂在门静脉系统成像中的可行性研究, 现将具体结果报告如下。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 选择 2015 年 1 月-2017 年 3 月我院行门静脉 CT 扫描的患者 60 例, 根据入组序列号分为 A、B、C、D 四组, 每组 15 例, 其中 A 组: 男 9 例, 女 6 例, 年龄 47 ~ 66 岁, 平均  $(58.29 \pm 6.36)$  岁, 原发病: 肝硬化 5 例, 肝癌 8 例, 脾功能亢进 2 例, 体指数 (BMI):  $19.16 \sim 26.32 \text{ kg/m}^2$ , 平均  $(22.51 \pm 2.31) \text{ kg/m}^2$ ; B

组: 男 8 例、女 7 例, 年龄 45 ~ 65 岁, 平均  $(57.68 \pm 6.28)$  岁, 原发病: 肝硬化 4 例、肝癌 10 例、脾功能亢进 1 例, BMI:  $19.09 \sim 26.65 \text{ kg/m}^2$ , 平均  $(22.52 \pm 2.43) \text{ kg/m}^2$ ; C 组: 男 10 例、女 5 例, 年龄 45 ~ 68 岁, 平均  $(58.76 \pm 7.26)$  岁, 原发病: 肝硬化 5 例、肝癌 10 例; D 组: 男 9 例、女 6 例, 年龄 44 ~ 69 岁, 平均  $(53.27 \pm 6.69)$  岁, 原发病: 肝硬化 4 例、肝癌 9 例、脾功能亢进 2 例。四组患者临床基线资料差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。本研究报经医院质量管理委员会、伦理委员会批准后实施。

**1.2 纳入与排除标准** 纳入标准: ①符合门静脉 CT 检查适应症; ②患者遵医行为良好, 积极配合检查。排除标准: ①碘对比剂过敏者; ②心功能、肝肾功能不全; ③近 6 个月腹部手术者; ④非扫描参数或对比剂因素导致的图像质量下降, 如腹腔金属物影响、患者屏气不良等。

### 1.3 检查方法

**1.3.1 应用设备** 选择飞利浦 GANTRY BRILLIANCE 64 排螺旋 CT, DUAL SHOT alpha 双筒高压注射器, 对比剂选择 300 mgI/mL 与 350 mgI/mL 两种浓度欧乃派克 (通用电气药业 (上海) 有限公司生产), 规格均为 60 mL/瓶。

**作者简介:** 傅强 (1964 -), 男, 山东青岛人, 主管技师, 从事放射防护管理工作。

**通讯作者:** 王璐, Email: 2601733413@qq.com

1.3.2 扫描方法 选择成人上腹部扫描模式,扫描前口服清水 500 ~ 800 mL, A 组、B 组采用常规 120 kV 管电压扫描, C 组、D 组根据患者体重个体化选择管电压, 范围为 90 ~ 120 kV; A 组、C 组选用浓度为 350 mgI/mL 的欧乃派克, B 组、D 组选用浓度为 300 mgI/mL 的欧乃派克, 总量按 1.5 mL/kg 计算, 扫描时间采用门静脉对比剂浓度智能追踪触发技术确定, 以门静脉主干为感兴趣区 (ROI), 当 CT 值达到 80HU 时, 自动触发扫描, 延迟时间为 6 s。对比剂注射速度为 4 mL/s, 对比剂注射完毕后, 以同样速率注射 0.9% NaCl 60 mL 水化。其他参数: 四组患者均采用自动电流调制技术选择电流, 上限为 300 mA, 下限为 120 mA, 扫描范围膈顶至耻骨联合, 准直宽度 64 mm × 0.5 mm, 螺旋扫描速度 0.75s/圈, 螺距 0.85:1, 矩阵 512 × 512, FOV: 320 mm × 320 mm, 采用自适应迭代重组算法 (ASIR), 重建层厚 0.5 mm, 层距 0.5 mm。

#### 1.4 图像质量评价

1.4.1 图像质量主观评价 扫描结束后将原始数据传输至 EDW4.0 工作站, 由 2 名具有丰富腹部 CT 诊断经验的医师利用多平面重组 (MPR) 和容积再现技术 (VRT) 进行图像重建, 采用双盲法进行图像质量评价, 参照罗昆等<sup>[4]</sup>报道的相关评价标准进行分级: 5 分: 门静脉边缘锐利, 与周围组织或血栓成分对比良好, 能够清晰显示门静脉第 4 级属支 (见图 1); 4 分: 门静脉边缘较锐利, 与周围组织或血栓成分对比良好, 能够清晰显示门静脉第 3 级属支 (见图 2); 3 分: 门静脉边缘较清楚, 与周围组织或血栓成分对比中等, 能够清晰显示门静脉第 2 级属支 (见图 3); 2 分: 门静脉边缘欠佳, 与周围组织或血栓成分对比较差, 仅能够显示门静脉第 1 级属支 (见图 4); 1 分: 门静脉边缘模糊, 与周围组织或血栓成分对比差, 仅能够显示门静脉主

干。≥3 分为合格图像。

1.4.2 图像质量客观评价 观察指标为门静脉对比噪声比 (CNR) 与信噪比 (SNR), 计算公式参照郑瑛琪报道<sup>[5]</sup>相关标准: 门静脉 CNR = (CT 门静脉 - CT 肝实质) / SD 腹壁脂肪, SNR = CT 门静脉 / SD 门静脉, 其中 CT 门静脉为门静脉主干 CT 值, CT 肝实质为同层面肝实质 CT 值, SD 腹壁脂肪为同层面腹壁脂肪 CT 值标准差, SD 门静脉为门静脉主干 CT 值标准差。取两名医师检测结果平均值。

1.5 辐射剂量 辐射剂量观察指标主要包括 CT 容积剂量指数 (CTDI<sub>vol</sub>)、剂量长度乘积 (DLP) 与有效剂量 (ED), 其中 CTDI<sub>vol</sub>、DLP 由计算机软件自动生成, ED 根据 DLP 计算, 计算公式为 ED = DLP × W, W 为换算因子, 参照《欧洲 CT 质量标准指南》<sup>[6]</sup>标准, 门静脉 CT 扫描 W 值为 0.017 mSv · mGy<sup>-1</sup> · m<sup>-1</sup>。

1.6 肾功能指标 于检查前、检查后 24 h 抽取受检患者肘正中静脉血, 采用美国 BeckmanCX7 全自动生化仪检测血尿素氮 (Urea Nitrogen, UN) 与肌酐 (Creatinine, Cr) 水平, 正常参考值分别为: 3.2 ~ 7.1 mmol/L、44 ~ 106 μmol/L。

1.7 统计学方法 应用 SPSS 19.0 统计软件进行分析, 计量资料采用 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 采用单因素重复测量方差分析结合组间配对 *t* 检验, 计数资料应用  $\chi^2$  或秩和检验, 检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

2.1 四组患者图像质量主观评价比较 医师 1 与医师 2 对四组患者图像质量评分一致性良好 (Kappa = 0.902), 四组门静脉 CT 图像主观评分均合格, 评分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1。

表 1 四组患者图像质量分布比较

组别	<i>n</i>	医师 1					医师 2					Kappa 值
		1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	
A 组	15	0	0	0	3	12	0	0	0	2	13	0.902
B 组	15	0	0	1	4	10	0	0	2	2	11	
C 组	15	0	0	2	3	10	0	0	1	4	10	
D 组	15	0	0	2	3	10	0	0	2	4	9	

2.2 四组门静脉图像 SNR、CNR 比较 门静脉 CT 图像 SNR、CNR 平均分 A 组、B 组、C 组、D 组依次减低, 但四组组间 SNR、CNR 平均分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 2。

2.3 四组 CTDI<sub>vol</sub>、DLP 及 ED 比较 A 组与 B 组 CT-

DI<sub>vol</sub>、DLP、ED 水平高于 C 组与 D 组, 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 但 A 组与 B 组、C 组与 D 组组间 CTDI<sub>vol</sub>、DLP、ED 水平比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。

2.4 四组 CT 检查前后血 UN、Cr 水平比较 四组检

查前血 UN、Cr 水平差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 检查后血 UN、Cr 水平均较检查前明显增高, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 检查后 A 组与 C 组血 UN、Cr 水平显著高于 B 与 D 组, 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 但 A 组与 C 组、B 与 D 组血 UN、Cr 水平差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 4。

表 2 四组门静脉图像 SNR、CNR 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	SNR	CNR
A 组	15	10.92 ± 1.64	9.99 ± 1.93
B 组	15	10.71 ± 2.11	9.87 ± 1.79
C 组	15	10.08 ± 2.03	8.76 ± 1.85
D 组	15	9.65 ± 1.87	8.68 ± 1.77

表 3 四组 CTDI<sub>vol</sub>、DLP、ED 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy · cm)	ED (mSv)
A 组	15	3.99 ± 0.31	114.25 ± 18.94	3.65 ± 0.38
B 组	15	3.75 ± 0.29	109.35 ± 17.72	3.56 ± 0.42
C 组	15	2.82 ± 0.28 <sup>1)2)</sup>	74.92 ± 15.38 <sup>1)2)</sup>	2.16 ± 0.26 <sup>1)2)</sup>
D 组	15	2.87 ± 0.26 <sup>1)2)</sup>	79.44 ± 16.17 <sup>1)2)</sup>	2.24 ± 0.28 <sup>1)2)</sup>

注: 与 A 组比较: 1)  $P < 0.05$ , 与 B 组比较: 2)  $P < 0.05$ 。

表 4 四组 CT 检查前后血 UN、Cr 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	UN (mmol/L)		Cr (μmol/L)	
		检查前	检查后	检查前	检查后
A 组	15	4.31 ± 0.66	5.57 ± 0.73 <sup>1)</sup>	54.38 ± 7.31	91.08 ± 11.15 <sup>1)</sup>
B 组	15	4.22 ± 0.63	4.66 ± 0.69 <sup>1)2)</sup>	55.79 ± 7.18	82.32 ± 10.72 <sup>1)2)</sup>
C 组	15	4.41 ± 0.55	5.68 ± 0.74 <sup>1)</sup>	57.21 ± 6.86	89.35 ± 13.92 <sup>1)</sup>
D 组	15	4.19 ± 0.62	4.71 ± 0.71 <sup>1)2)</sup>	55.06 ± 7.06	80.16 ± 11.21 <sup>1)2)</sup>

注: 与检查前比较: 1)  $P < 0.05$ ; 与 A 组、C 组比较: 2)  $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

目前 64 排螺旋 CT 在国内二级及以上医院得到广泛普及, 其具有成像快速、分辨率高、后处理功能强大等优点, 长期临床实践充分证实 64 排螺旋 CT 在动脉血管成像中具有显著优势, 近年来在静脉血管成像中也得到一定的应用<sup>[7]</sup>。门静脉为腹部收集不成对脏器静脉回流血液的血管, 具有特殊的回流特点, 因此其对 CT 成像扫描时间窗的把握、扫描参数设置, 以及对比剂浓度的选择均高于动脉 CT 成像<sup>[8]</sup>。长期以来为获得高质量的图像, 多采取高管电压、高浓度对比剂来保证图像质量。但近年来, 随着人们对辐射危害的认识不断深入, 在保证图像质量的前提下采用尽可能低的扫描剂量成为 CT 技术研究的热点。另外, 国内外大量研究显示, 90% 以上的对比剂通过肾脏代谢, 检查结束后 72 h 内对肾功能具有一定影响, 甚至可导致对比剂肾病的发生<sup>[9]</sup>, 为此 CT 血管成像采取

双低技术扫描具有一定研究价值和实用价值。

目前, 门静脉 CT 成像的常用扫描电压为 120 ~ 140 kV, 对比剂多采用高浓度对比剂 ( $\geq 350$  mgI/mL), 临床证实该扫描模式图像质量普遍较高, 本研究结果显示采取该模式扫描的门静脉图像主观评分与 SNR、CNR 处于较高水平, 但观察高扫描模式检查患者的辐射剂量与肾功能指标发现, 其一次 CT 扫描 ED 平均值达到 3.65 mSv, 接近普通人群全年本底剂量, 且血 UN、Cr 水平增加显著, 尤其是检查后血 Cr 水平较检查前增高接近 40 μmol/L, 高度提示该模式扫描的辐射剂量及肾毒性危害相对显著。陈丽华等<sup>[10]</sup>对 BMI 患者门静脉血管成像进行低剂量扫描研究, 结果显示采用管电压 80 kVp、浓度为 270 mgI/mL 的碘克沙醇, 图像质量与管电压 120 kVp、浓度为 350 mgI/mL 的碘海醇结果差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 但辐射剂量明显降低, 提示双低模式扫描在门静脉 CT 成像中具有可行性。本研究针对普通人群根据 BMI 进行个体化选择低管电压进行扫描, 最高值设定为 120 kV, 为避免管电压过低出现不合格图像, 将最低值设为 90 kV, BMI 越低, 管电压越低。结果显示, 个体化低电压扫描的患者 CTDI<sub>vol</sub>、DLP、ED 显著低于常规 120 kV 管电压扫描 ( $P < 0.05$ ), 且图像主观评分及 SNR、CNR 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 提示 BMI 个体化选择低管电压门静脉成像有助于降低辐射剂量, 同时可获得良好的图像。

近年来国内外学者研究证实, 应用对比剂进行 CT 血管成像及增强扫描存在一定的对比剂肾病风险, 其浓度、注射剂量与肾功能损害具有一定相关性<sup>[11]</sup>。目前为降低对比剂风险及并发症, 主要采取减少用量、降低注射速率、选择低浓度对比剂三种方式, 其中降低注射速率、选择低浓度对比剂较为常用, 但对比剂注射速率过低对扫描时机的把握影响较大, 且丧失团注增强的临床意义<sup>[12]</sup>, 本研究选择 4 mL/s, 为中等注射速率, 在此基础上选择低浓度欧乃派克 (300 mgI/mL), 结果显示, 检查 24 h 后血 UN、Cr 水平显著低于应用 350 mgI/mL 欧乃派克的患者 ( $P < 0.05$ ); 另一方面, 选择低浓度欧乃派克的患者图像主观评分及 SNR、CNR 与使用高浓度欧乃派克的患者差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 提示 300 mgI/mL 欧乃派克可获得满意的门静脉图像, 同时有助于减轻对比剂肾毒性。

进一步观察“双低”模式检查患者的门静脉图像质量结果提示, 主观图像评分 3 分、4 分的患者构成比

例略高于常规管电压及常规浓度对比剂检查的患者,而 SNR、CNR 略低,但差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。观察辐射剂量与肾功能指标结果显示,“双低”扫描模式不仅 CTDI<sub>vol</sub>、DLP、ED 显著低于常规管电压扫描的患者( $P < 0.05$ ),且检查后血 UN、Cr 水平上升程度低于常规浓度对比剂检查的患者( $P < 0.05$ ),高度提示根据 BMI 个体化选择管电压,结合 300 mgI/ml 低浓度对比剂进行门静脉扫描可获得满意的门静脉图像,同时有助于降低辐射危害,提高对比剂应用安全性。

本研究的局限性在于,由于受医学伦理以及对比剂浓度无法自行稀释调整的限制,尚不能确定门静脉 CT 成像管电压及对比剂浓度的最佳临界值,期待设计符合伦理要求的方案进行研究。

#### 参考文献

- [1] Mukta DA, Daniella FP, Naveen MK, et al. Oncologic applications of Dual - Energy CT in the abdomen [J]. Radiographics, 2014, 34 (3): 589 - 612.
- [2] 马春玲,陈晓侠,雷雨欣,等. 能谱单能量结合低剂量对比剂与常规 CT 增强扫描在门静脉成像中的对比研究[J]. 放射学实践, 2016, 21(2): 179 - 182.
- [3] 王道才,刘凯,林令博,等. 低管电压联合低剂量对比剂扫描方案用于 MSCT 门静脉成像[J]. 中国介入影像与治疗学, 2014, 11 (10): 684 - 687.
- [4] 罗昆,董仟,杨明,等. 双低对比剂联合能谱 CT 成像技术在门静脉成像中的应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(11): 1759 - 1763.
- [5] 郑瑛琪. 宝石 CT 低剂量扫描结合低浓度对比剂行门静脉血管成像的初步研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [6] Ibukuro K, Takeguchi T, Fukuda H, et al. Spatial relationship between the hepatic artery and portal vein based on the fusion image of CT angiography and CT arterial portography: the left hemiliver[J]. American Journal of Roentgenology, 2013, 200(5): 1160 - 1166.
- [7] Jun BR, Yong HS, Kang EY, et al. 64 - slice coronary computed tomography angiography using low tube voltage of 80 kV in subjects with normal body mass indices: comparative study using 120 kV [J]. Acta Radiol, 2012, 53(10): 1099 - 1106.
- [8] 祁丽,张龙江,卢光明. “双低”CT 血管成像的应用现状[J]. 国际医学放射学杂志, 2014, 37(2): 142 - 146.
- [9] 武永杰,郑敏文,赵宏亮,等. 低浓度对比剂联合应用低 kV 和迭代重建技术的冠状动脉双源 CT 成像可行性[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(29): 2260 - 2263.
- [10] 陈丽华,刘爱连,刘静红,等. 低体质量指数人群门静脉血管成像的低剂量扫描研究[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(11): 1836 - 1839.
- [11] Wang H, Xu L, Zhang N, et al. Coronary computed tomographic angiography in coronary artery bypass grafts: comparison between low concentration Iodixanol 270 and Iohexol 350 [J]. J Comput Assist Tomogr, 2015, 39 (1): 112 - 118.
- [12] Sun G, Hou YB, Zhang B, et al. Application of low tube voltage coronary CT angiography with low dose iodine contrast agent in patients with a BMI of 26 ~ 30 kg/m<sup>2</sup> [J]. Clin Radiol, 2015, 70 (2): 138 - 145.

收稿日期: 2017 - 03 - 11 修回日期: 2017 - 08 - 26

## 作者设计表格须知(二)

表中尽量不用非公知公用的缩写,如果必须用时,要在表下注明其中文含义。数据后面一定要用法定计量单位。例如现在有的作者的文章中,血铅还用  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ,尿铅还用  $\text{mg}/\text{L}$  表示,这是已经废除的法定单位,现在血铅和尿铅都用  $\mu\text{mol}/\text{L}$  表示;还有放射性活度单位不能用居里(Ci),而应该用贝克(勒尔)(Bq);表示面积的亩应该为公顷;离心机的转数 rpm 应该为  $\text{r}/\text{min}$ ;能量(功、热)不能再用卡(cal),而应该用焦耳(J)等等。作者如不清楚法定单位,可参考《法定计量单位在医学上的应用》一书。

本刊编辑部