

论 著

双低剂量CT用于冠脉支架内再狭窄评估中的图像质量、诊断价值和一致性分析*

广西壮族自治区民族医院放射科
(广西南宁 530001)

曾冠波 李艳兰* 陆建章

【摘要】目的 研究双低剂量电子计算机断层扫描(CT)用于冠脉支架内再狭窄评估中的图像质量、诊断价值和一致性。方法 回顾性分析2017年10月到2020年10月在我院冠脉介入治疗后进行复检的110例患者临床资料,按照其CT检测方式的不同将其分为观察组和对照组,每组55例,对照组采用常规剂量CT,观察组采用低管电压、低碘对比剂CT,两组患者均于CT血管成像检测后进行冠状动脉造影(CAG),比较两组辐射剂量[CT容积剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、有效剂量(ED)]、碘摄入量、图像质量[升主动脉CT值(CTAA)、左冠状动脉主干CT值(CTLM)、右冠状动脉CT值(CTRCA)、噪声、信噪比(SNA)、对比噪声比(CNR)],采取Kappa检验分析双低剂量CT检测冠脉轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄的准确率、特异度、灵敏度。结果 观察组CTDIvol、DLP、ED、碘摄入量显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。比较两组CTAA值、CTLM值、CTRCA值、噪声、SNR、CNR差异无统计学意义($P>0.05$)。双低剂量CT检测出冠脉轻度再狭窄的准确率为0.873,特异度为0.923,灵敏度为0.750, Kappa值为0.686。双低剂量CT检测出冠脉中度再狭窄的准确率为0.891,特异度为0.913,灵敏度为0.778, Kappa值为0.634。双低剂量CT检测出冠脉重度再狭窄的准确率为0.927,特异度为0.939,灵敏度为0.833, Kappa值为0.674。结论 双低剂量CT用于冠脉支架内再狭窄评估具有较高价值。

【关键词】冠脉支架内再狭窄;低管电压;低碘对比剂;CT血管成像

【中图分类号】R816.2; R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题项目(Z2020007)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.11.030

Analysis of Image Quality, Diagnostic Value, and Consistency of Dual-Low-Dose CT in the Evaluation of In-stent Restenosis*

ZENG Guan-bo, LI Yan-lan*, LU Jian-chang.

Department of Radiology, National Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530001, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To study the image quality, diagnostic value, and consistency of dual low-dose CT in evaluating coronary in-stent restenosis. **Methods** The clinical data of 110 patients who were reexamined after coronary intervention in our hospital from October 2017 to October 2020 were retrospectively analyzed, and they were divided into observation group and control group, with 55 cases in each group. The control group was treated with conventional-dose CT, while the observation group was treated with low tube voltage and low iodine contrast medium CT. The radiation dose [CT volume dose index (CTDIvol), dose length product (DLP), effective dose (ED)], iodine intake, image quality [ascending aorta CT value (ctaA), left main coronary artery CT value (CTLM), right coronary artery CT value (ctrca), noise, signal-to-noise ratio (SNA), contrast-to-noise ratio (CNR)] were compared between the two groups. Kappa test was used to analyze the accuracy, specificity, and sensitivity of dual low-dose CT in detecting mild, moderate and severe coronary stenosis. **Results** CTDIvol, DLP, ED, and iodine intake in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in ctaA, CTLM, ctrca, noise, SNR, and CNR between the two groups ($P>0.05$). The accuracy of double low dose CT detection of coronary artery stenosis was 0.873, and specificity was 0.923, sensitivity was 0.750, and kappa value was 0.686. The accuracy, specificity, sensitivity, and kappa value of dual low-dose CT were 0.891, 0.913, 0.778, and 0.634, respectively. The accuracy, specificity, sensitivity, and kappa value of dual low dose CT in detecting severe restenosis were 0.927, 0.939, 0.833, and 0.674, respectively. **Conclusion** Dual low-dose CT has a high value in the evaluation of in-stent restenosis.

Keywords: Coronary Stent Restenosis; Low Tube Voltage; Low Iodine Contrast Medium; CT Angiography

冠状动脉血管腔狭窄主要由冠脉粥样硬化或动脉痉挛、心肌桥引起,血管供血区域心肌缺血、缺氧进而引起冠心病^[1]。有研究表明,冠心病发病趋于年轻化,其发病率及猝死率呈逐年上升趋势,而以冠状动脉内支架置入术为主的介入治疗成为目前临床应对冠状动脉狭窄的主要方法^[2]。冠状动脉内支架置入虽然可以通过植入金属支架支撑血管壁以保持冠状动脉管腔的开放,但仍存在冠脉支架内再狭窄等并发症,影响治疗效果^[3],再狭窄率为10%。冠状动脉造影(CAG)、血管内超声、冠状动脉电子计算机断层扫描(CT)血管成像均为近年来临床检测冠脉支架内再狭窄的主要手段,其中CT血管成像的发展使得其成为一项迅速而准确且无创伤性的影像学检查手段,广泛应用于临床冠心病的检测,但CT血管成像较高的辐射剂量可能诱发癌症风险^[4]。目前临床虽然有关于低管电压、低碘浓度对比剂CT扫描的研究发表,但大多数集中于其在狭窄率的判断分析,较少有关减少患者剂量同时对图像质量进行改善的报道,而图像质量的改善是影像学判断血管再狭窄的重要依据^[5]。因此本研究通过回顾性分析在我院行冠状动脉介入治疗后复检的110例患者临床资料,在探讨其诊断价值及其一致性基础上增加对其最后生成图像质量的观察,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年10月到2020年10月在我院冠状动脉介入治疗后进行复检的110例患者临床资料,按照其CT检测方式的不同将其分为观察组(低管电压、低碘浓度对比剂CT血管成像)和对照组(常规电压及常规碘浓度对比剂CT血

【第一作者】曾冠波,男,主管技师,主要研究方向:CT、影像技术。E-mail: zgb1860@163.com

【通讯作者】李艳兰,女,副主任技师,主要研究方向:CT和MR影像技术。E-mail: 632651941@qq.com

管成像), 每组55例, 其中观察组: 男32例, 女23例; 年龄50~75岁, 平均年龄(58.67 ± 3.54)岁; 支架植入后到CT复查时间8~16个月, 平均时间(12.23 ± 3.45)个月; 支架植入1~3枚, 平均植入(1.52 ± 0.34)枚。对照组: 男35例, 女20例; 年龄49~74岁, 平均年龄(59.14 ± 3.61)岁; 支架植入后到CT复查时间8~16个月, 平均时间(11.89 ± 3.45)个月; 支架植入1~3枚, 平均植入(1.49 ± 0.32)枚。比较两组患者一般资料, 差异无统计学意义($P>0.05$), 具有可比性。本研究经我院伦理委员会审核并批准实行, 且确保患者隐私, 资料均未被泄露给研究以外人员。

纳入标准: 符合《冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的中国专家共识》^[6]关于冠状动脉狭窄诊断标准且已行冠状动脉介入治疗; 49~75岁; 支架植入后到CT复查时间 ≥ 8 个月; 临床资料完整。排除标准: 伴有其它心血管疾病或肝、肾功能经检查存在明显异常; 心率不齐或无法屏气患者; 对碘制剂存在过敏或合并甲亢患者; 因精神疾病或其它原因无法配合本次研究。

1.2 方法 (1)检查设备: Philips Briliance 128螺旋CT扫描仪, Medrad Stellant双筒高压注射器, Philips EBW工作系统, Philip FD 20数字大平板血管造影机, 5~6F Guiding Catheter导管。(2)CT血管成像检查方法: 检查前先对患者心率、血压等情况进行观察, 对于心率过快患者给予舌下含服倍他乐克25~50mg, 并帮助患者训练吸气、屏气和呼气, 让患者扫描前3~5min含服0.5mg硝酸甘油, 然后采取仰卧位, 正确连接心电门控装置, 两组均行前瞻性心电门控扫描, 扫描范围从气管隆突下1cm至心脏膈面; 所有患者均采用20G套管针经肘正中静脉以0.9mL/kg用量注射碘剂, 同时以相接近速度注射40mL生理盐水, 注射速率为5mL/s, 采取对比剂团注追踪技术使主动脉层面可放置一个感兴趣区域(ROI), 设定阈值使升主动脉腔内CT值达到100HU后5~6s内可以触发扫描, 均采用迭代重建技术进行重建; 观察组采用100kVp管电压、320mg(I)/mL碘佛醇, 对照组采用常规120kVp管电压、370mg(I)/mL碘佛醇; 仪器均为Philips Briliance 128螺旋CT。(3)图像后处理: 将重建后的数据上传至Philips EBW工作站进行重组, 并采用冠状动脉分析软件进行分析, 对两组最佳重建时图像进行容积再现、多平面重建、曲面重建来显示冠状动脉及分支血管。(4)CAG检查方法: 通过Seldinger穿刺技术从患者边侧桡动脉鞘管注入异博定2.5mg、肝素3000U和硝酸甘油200 μ g, 接着将CAG导管接入到冠脉开口造影, 通过造影结果对冠状动脉狭窄程度进

行分析; 均于两组患者CT检查后1~2周内进行。

1.3 观察指标 (1)辐射剂量、碘摄入量评估: 比较两组患者辐射剂量及碘摄入量水平, 辐射量为冠状动脉增强扫描时的辐射剂量, 为检查时计算机算出的CT容积剂量指数(CTDIvol)和剂量长度乘积(DLP), 有效剂量(ED)=DLP $\times 0.014$ mSv/mGy/cm; 碘摄入量为按患者体重计算的对比剂用量和对比剂浓度之积。(2)图像质量评估: 根据ROI选定位置分别测量升主动脉(AA)根部、左冠状动脉主干(LM)、右冠状动脉(RCA)近段及血管周围脂肪组织的CT值; ROI区域应尽可能大, 且避开斑块、狭窄位置, 每支血管测量3次后取平均值, AA根部ROI应为200mm², 把AA根部CT值作为标准差当作图像噪声, 信噪比(SNA)=CTAA/噪声, 对比噪声比(CNR)=CTAA-CT脂肪/噪声。(3)一致性分析: 以CAG为“金标准”对双低剂量CT检查结果进行一致性分析, 采取Kappa检验对双低剂量CT检测冠状轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄的准确率、特异度、灵敏度进行分析; 根据有关标准将两种检测方式显示的冠状动脉狭窄程度为0%定义为正常, 动脉狭窄程度为1%~49%定义为轻度狭窄, 动脉狭窄程度50%~69%定义为中度狭窄, 动脉狭窄程度70%~100%定义为重度狭窄^[7]。

1.4 统计学方法 应用SPSS 22.0统计软件处理数据, 计数资料用(%)表示, 采用 χ^2 检验, 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 两组间比较采用t检验, 一致性采取Kappa检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者辐射剂量、碘摄入量比较 观察组CTDIvol、DLP、ED、碘摄入量显著低于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$), 见表1, 两组典型病例见图1~图2。

表1 两组患者辐射剂量、碘摄入量比较($\bar{x} \pm s$)

指标	观察组(n=55)	对照组(n=55)	t	P
CTDIvol(mGy)	12.46 $\pm$ 2.35	18.76 $\pm$ 3.86	10.339	0.000
DLP(mGy·cm)	98.74 $\pm$ 22.38	156.54 $\pm$ 33.46	10.649	0.000
ED(mSv)	1.43 $\pm$ 0.42	2.67 $\pm$ 0.53	13.599	0.000
碘摄入量(g)	20.48 $\pm$ 3.67	23.75 $\pm$ 3.56	4.743	0.000

2.2 两组图像质量客观评估情况比较 比较两组CTAA值、CTLM值、CTRCA值、噪声、SNR、CNR差异无统计学意义($P>0.05$), 见表2。

表2 两组图像质量客观评估情况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	CTAA值(HU)	CTLM值(HU)	CTRCA值(HU)	噪声	SNR	CNR
观察组(n=55)	432.51 $\pm$ 64.67	429.65 $\pm$ 71.65	435.67 $\pm$ 87.46	23.56 $\pm$ 3.48	18.86 $\pm$ 3.64	14.38 $\pm$ 2.46
对照组(n=55)	442.56 $\pm$ 75.56	434.53 $\pm$ 70.58	441.26 $\pm$ 79.65	22.84 $\pm$ 3.76	20.14 $\pm$ 3.82	15.23 $\pm$ 2.67
t	0.749	0.360	0.350	1.042	1.799	1.736
P	0.455	0.720	0.727	0.300	0.075	0.085

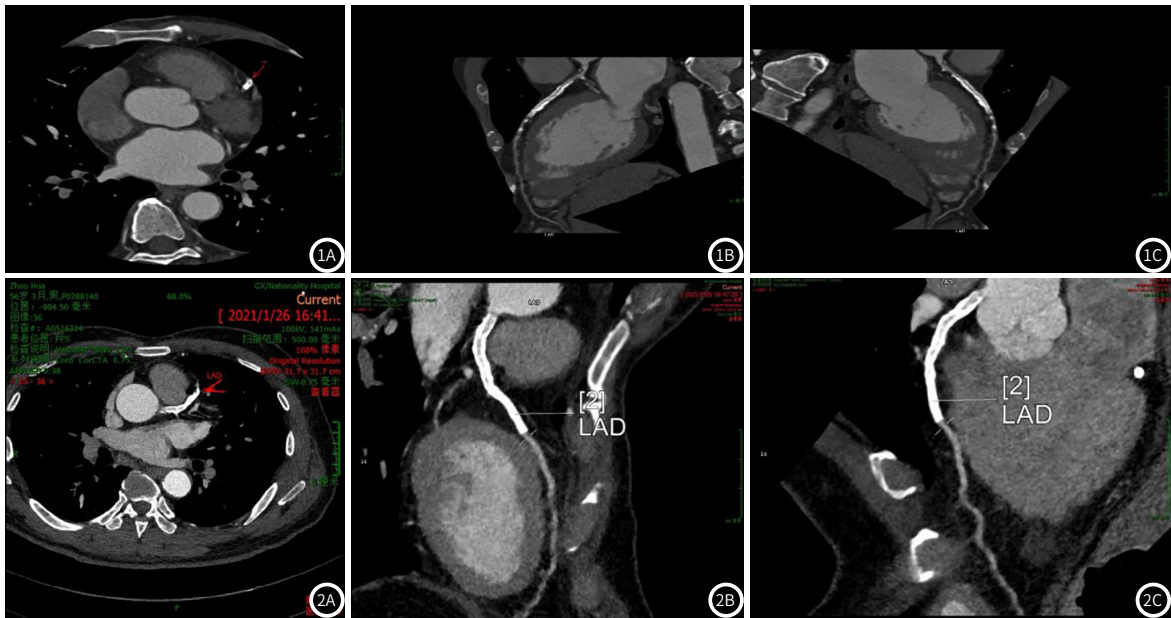


图1 观察组:男,58岁,支架植入1年。采用100kVp管电压,320mg(I)/mL碘佛醇进行CT扫描。图1A为心脏冠脉CTA横轴位图像,图1B~图1C为曲面重建图像,可见左侧冠状动脉前降支上段支架植入,管腔粗细不均匀,管壁见小斑片状钙化;支架远端官腔局部轻-中度狭窄。图2 对照组:男,56岁,支架植入10个月。采用120kVp管电压,370mg(I)/mL碘佛醇进行CT扫描。图2A为心脏冠脉CTA横轴位图像,图2B~图2C为曲面重建图像,可见左侧冠状动脉前降支上段支架植入,支架腔内粗细不均匀,边缘欠光整;支架腔内局部中-重度狭窄。

2.3 双低剂量CT用于冠状动脉轻度再狭窄一致性分析 双低剂量CT检测出冠状动脉轻度再狭窄的准确率为0.873,特异度为0.923,灵敏度为0.750,Kappa值为0.686,见表3。

表3 双低剂量CT用于冠状动脉轻度再狭窄一致性分析(例)			
双低剂量CT	轻度狭窄		合计
	是	否	
阳性	12	3	15
阴性	4	36	40
合计	16	39	55

2.4 双低剂量CT用于冠状动脉中度再狭窄一致性分析 双低剂量CT检测出冠状动脉中度再狭窄的准确率为0.891,特异度为0.913,灵敏度为0.778,Kappa值为0.634,见表4。

表4 双低剂量CT用于冠状动脉中度再狭窄一致性分析(例)			
双低剂量CT	中度狭窄		合计
	是	否	
阳性	7	4	11
阴性	2	42	44
合计	9	46	55

2.5 双低剂量CT用于冠状动脉重度再狭窄一致性分析 双低剂量CT检测出冠状动脉重度再狭窄的准确率为0.927,特异度为0.939,灵敏度为0.833,Kappa值为0.674,见表5。

表5 双低剂量CT用于冠状动脉重度再狭窄一致性分析(例)			
双低剂量CT	重度狭窄		合计
	是	否	
阳性	5	3	8
阴性	1	46	47
合计	6	49	55

准”,但因其有创,且费用较高、用时较长、具有一定风险,因而不能适用于大规模人群及患者术后随访^[8]。而CT血管成像在临床上广泛的应用也使得对比剂的使用越来越普遍,高辐射及对对比剂不良反应也逐渐受到人们的关注,高辐射剂量会给乳腺、甲状腺、性腺等高敏感器官造成远期不良影响,对比剂可能引起对比剂肾病,增加医源性肾衰竭风险,因而需要通过降低辐射及对对比剂剂量来减少并发症发生,但可能影响图像质量^[9]。因此在不影响图像质量的同时减少CT辐射剂量成为当前医务工作者急需解决的问题。

本研究结果显示,观察组CTDIvol、DLP、ED、碘摄入量显著低于对照组,提示双低剂量CT血管成像可显著减轻辐射及碘摄入量。降低管电压会减少X线束能量,减轻X射线穿透能力,从而减轻辐射量。对比剂是一种被注入人体后能促使某器官或组织显影、与周围组织形成对比的物质,而临床通常使用碘对比剂作为CT增强对比剂,通常来说对比剂经静脉注射入人体后会分布至各个组织的细胞外液,大部分最后通过肾小球滤过随尿液排出体外,小部分经肝胆、肠道排出,但对肾功能受损患者可加重其肾脏负担,减少碘对比剂浓度可有效减轻肾脏负担,帮助患者减轻不良反应^[10]。这与Parakh等^[11]关于双低CT应用于癌症患者的低不良反应效果的研究相符。

3 讨论

CAG一直是临床用以诊断冠脉支架内再狭窄的“金标

本研究创新性增加对两组图像质量的观察,结果比较两组CTAA值、CTLM值、CTRCA值、噪声、SNR、CNR无明显差异,提示双低剂量CT血管成像并不会过多地影响图像质量。辐射剂量与图像质量是一对矛盾统一体,既相互影响又相互制约,降低管电压减轻辐射剂量会在一定程度上削弱信号强度,减少低对比度分辨力,增加量子噪声从而影响图像质量^[12-13]。但本研究在进行双低剂量CT血管成像时采用迭代重建,对每个X射线投影角度均合成前向投影,通过前向投影模拟出一个综合投影,然后与探测器实测值进行比较取得图像矫正并拿到具有低噪声、高质量的图像,从而在有效减轻辐射剂量的同时提高图像质量^[14]。

双低剂量CT血管成像检测出冠状动脉轻、中、重度再狭窄的Kappa值分别为0.686、0.634、0.674,提示双低剂量CT血管成像对于检测患者冠脉支架植入患者再狭窄有较高的诊断价值。双低剂量CT血管成像能通过发现冠脉支架最低扫描范围来获得临床所需图像,利用迭代重建技术进行冠脉支架植入数据全面采集和三维重建,进一步精确参数使空间分辨率得以最大化,进而准确显示支架形态学特征、支架内情况,同时探讨支架狭窄程度,有良好的敏感性和特异性^[15]。这与杨帆等^[16]的研究结果相一致。

综上,双低剂量CT血管成像能在减轻剂量辐射的同时得出具有低噪声、高质量的图像,且对于评估冠状动脉支架植入后轻、中、重度再狭窄一致性较高,值得临床推广。

参考文献

- [1] 沈正,刘兴德,韦波,等.血清超敏C反应蛋白对冠状动脉粥样硬化性心脏病PCI手术患者危险分层与评估预后的价值[J].重庆医学,2018,47(1):54-56.
- [2] Rahman M N, Hussain B. Percutaneous non-stenting approach for distal simultaneous multivessel acute coronary occlusions[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2018, 28(5): 398-400.
- [3] Luís G S, Costa M, Paiva L M, et al. Left main bifurcation coronary intervention with provisional stenting: The role of invasive functional evaluation and intracoronary imaging to guide stenting technique[J]. Int Akutni Kardiol, 2020, 19(2): 127-128.
- [4] 窦冠华,杨俊杰,单冬凯,等.冠状动脉CT血管成像定量分析在诊断冠状动脉血流动力学异常中的价值[J].中华放射学杂志,2018,52(9):660-667.
- [5] Van H R W, Eijsvoegel N G, Muhl C, De J P A, et al. Contrast agent concentration optimization in CTA using low tube voltage and dual-energy CT in multiple vendors: A phantom study[J]. J Cardiovasc Imaging, 2018, 34(8): 1265-1275.
- [6] 张运,陈韵岱,傅向华,等.冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的中国专家共识[J].中国循环杂志,2017,32(5):421-430.
- [7] 许哲,林朝贵,范林,等.冠状动脉CTA斑块特征评价支架内再狭窄风险[J].中国医学影像技术,2018,34(3):350-353.
- [8] Williams M C, Hunter A, Shah A S V, et al. Impact of noncardiac findings in patients undergoing ct coronary angiography: A substudy of the scottish computed tomography of the heart (scot-heart) trial[J]. Eur Radiol, 2018, 28(6): 2639-2646.
- [9] Andreini D, Pontone G, Mushtaq S, et al. Image quality and radiation dose of coronary CT angiography performed with whole-heart coverage CT scanner with intra-cycle motion correction algorithm in patients with atrial fibrillation[J]. Eur Radiol, 2018, 28(4): 1383-1392.
- [10] 刘锴,陆秀良,周潇峰,等.低管电压结合低碘对比剂在前门控双源CT冠状动脉CTA中的应用[J].中国临床医学,2017,24(2):257-259.
- [11] Parakh A, Negreros-Osuna A A, Patino M, et al. Low-keV and Low-kVp CT for positive oral contrast media in patients with cancer[J]. Radiology, 2019, 291(3): 620-629.
- [12] 颜利辉,陈飞,姚立正,等.前置自适应统计迭代重建技术对胸部CT辐射剂量和图像质量的影响:体模与临床研究[J].中国医学影像技术,2017,33(3):468-472.
- [13] Hackenbroch C, Feilhuber M, Halt D, et al. Low-dose CT in pelvic imaging: comparing dose and image quality in relation to clinical value in a phantom study[J]. Am J Roentgenol, 2021, 216(2): 453-463.
- [14] 陈凯,刘忱,赵汉青,等.双源CT低碘浓度对比剂联合低kV和非迭代重建技术在冠状动脉CTA检查中的临床价值[J].放射学实践,2015,30(10):997-1000.
- [15] Aldosari S, Sun Z. A systematic review of double low-dose CT pulmonary angiography in pulmonary embolism[J]. Curr Med Imaging Rev, 2019, 15(5): 453-460.
- [16] 杨帆,王彦懿,金士琪,等.CCTA双低扫描对冠脉支架显示影响的实验研究[J].放射学实践,2017,32(1):28-32.

(收稿日期:2021-05-01)