·双低剂量 CT 成像专题·

120 kVp 条件下碘克沙醇(270 mg I/mL)在冠状动脉 CTA 检查中的个性化应用研究

周宇，刘建新，王霄英

【摘要】 **目的**:研究 120 kVp 条件下冠状动脉 CTA(CCTA)检查中对比剂的个体化应用的效果。**方法**:回顾性搜集冠状动脉 CTA 检查中,个性化注射对比剂的连续患者的资料,共 104 例,与前期固定给药的连续患者资料进行比较。个性化给药组中,采用碘克沙醇(270 mg I/mL),剂量 1 mL/kg;注射流率根据患者体重设定:<54 kg 为 4.0 mL/s,55～64 kg 为 4.5 mL/s,65～74 kg 为 5.0 mL/s,>75 kg 为 5.5 mL/s。固定给药组中,采用碘帕醇(370 mg I/mL),总量为 60 mL,注射流率为 4.5 mL/s。两组病例的 CT 扫描方案相同。由有经验的影像医师对冠状动脉 CTA 图像进行主观评价,并对评价结果进行统计分析。测量两组患者右冠状动脉、左冠状动脉前降支、左冠状动脉回旋支近段、中段、远段的 CT 值,进行统计分析。**结果**:个性化给药组,平均体重为 70.2 kg,平均碘剂量为 17.68 g I/人;固定给药组,平均体重为 67.6 kg,平均碘剂量为 22.2 g I/人。两组病例,冠状动脉各节段图像质量均达到临床诊断要求。客观评估:两组病例,所有冠状动脉节段 CT 值均接近或>300 HU。**结论**:120 kVp 条件下,碘克沙醇(270 mg I/mL)在 CCTA 检查中的个性化应用是可行的。此条件下,图像质量可达到临床诊断要求,同时降低对比剂用量,推荐用于肾功能损害高风险的人群。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机; 对比剂; 个性化

【中图分类号】R814.42; R816.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2014)03-0268-04

Personalization of contrast media injection in coronary CT angiography with 120kVp and iodixanol (270mg I/mL)

ZHOU Yu, LIU Jian-xin, WANG Xiao-ying. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【**Abstract**】 **Objective**: To investigate the personalization protocol of contrast media injection in coronary CT angiography with 120kVp iodixanol (270mg I/mL). **Methods**: Data of consecutive patients were retrospectively collected with complete contrast media injection records. Totally 104 patients were given contrast media with personalized protocol, tailored to body weight. The data were compared with that of the other group of 104 patients, who were given contrast media with fixed protocol. The image quality of the two groups were analyzed objectively and subjectively. **Results**: The total iodine delivered in personalized protocol group was much lower than that of the fixed protocol group (average 20% less, $P<0.05$). However, the image quality of the 2 groups were not statistically significant different. The CT values of the coronal vessels were about 300HU. **Conclusion**: Personalized contrast media injection protocol is feasible in 120kVp coronary CT angiography with iodixanol (270mg I/mL). It should be recommended to patients with high-risk renal function impairment.

【**Key words**】 Tomography, X-ray computed; Contrast media; Personalization

CT 冠状动脉造影(coronary CT angiography, CCTA)已成为评价冠状动脉疾病的首选影像检查方法[1]。但检查对患者的射线辐射风险和对比剂风险,也应引起重视[2]。合理使用对比剂、设定最优的扫描条件,成为研究的重点[3-4]。本文研究 120 kVp 条件下,CCTA 检查中对比剂个体化应用的效果。

材料与方法

1. 患者资料

回顾性搜集 2012 年 6 月－2013 年 5 月因临床疑似冠心病而行 CCTA 检查患者的连续资料,对比剂使用记录齐全、影像资料完整的患者。根据对比剂使用方法,分为个性化方案给药组和固定方案给药组。个性化方案给药组,年龄 16～88 岁,男:女=41:63;固定方案给药组,年龄 16～81 岁,男:女=55:49。

2 CT 扫描方法

使用 Philips 64 排 Brilliance CT 扫描。参数如下:探测器 64×0.625,螺距 0.2,管电压 120 kVp,管电流 800～1000 mAs,采用回顾性心电门控序列扫描技术,75% R-R 间期进行重建。

3. 给药方法

个性化给药组中,采用碘克沙醇(270 mg I/mL),剂量 1 mL/kg;注射流率根据患者体重设定:<54 kg 为 4.0 mL/s(n=14),55～64 kg 为 4.5 mL/s(n=30);65～74 kg 为 5.0 mL/s(n=30);>75 kg 为 5.5 mL/s(n=30)。固定给药组中,采用碘帕醇(370 mg I/mL),总量为 60 mL,注射流率为 4.5 mL/s。

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院影像科
作者简介:周宇(1986－),女,辽宁人,技师,主要从事医学影像技术工作。
通讯作者:王霄英,E-mail:cjr.wangxiaoying@vip.163.com

4. 图像主观评估

由两名影像科医生盲法对 CCTA 图像进行评价，图像资料包括 0.67 mm 横轴面薄层图像及重组后的最大强度投影（maximum intensity projection，MIP）及曲面重组（curved planar reformation，CPR）图像。将冠状动脉分为右冠状动脉（right coronary artery，RCA）、左前降支（left arterior descending branch，LAD）及左回旋支（left circumflex branch，LCX）分别进行主观评分。对冠状动脉图像评分采用 5 分制，标准如下：5 分，管腔显影非常清晰；4 分，管腔显影较清晰；3 分管腔显影欠清晰，可以诊断；2 分，管腔显影不清，不能诊断；1 分，管腔内无对比剂。图像整体评分≥3 分符合诊断要求，<3 分不符合诊断要求。

5. 图像客观评估

测量两组患者右冠状动脉，左冠状动脉前降支，左冠状动脉回旋支近段、中段、远段的 CT 值，进行统计分析。

6. 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析，计量资料（包括患者的年龄、冠状动脉各段 CT 值的测定、图像质量评分）以均值±标准差 表示，计数资料（患者性别）以频数或百分比表示。使用 Mann-Whitney U 法检验两组性别及图像主观评分差异，并使用两独立样本 t 检验（非正态分布采用 Mann-Whitney U 检验）对其他各组资料进行统计学分析，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结　果

1. 患者一般情况及注射总电量

固定方案给药组与个性化方案给药组的年龄、性别比例的差异均无统计学意义（$P>0.05$）。固定方案给药组，每例患者注射的总碘量为 22.2 g。个性化方案给药组患者使用对比剂的总量见表 1。

2 图像主观评估结果

固定化方案给药组，99.1%（113/114）病例的图像达临床诊断要求；个性化方案给药组，97.4%（111/114）病例的图像达临床诊断要求；两组间差异无统计学意义（$P>0.05$）。体重<54 kg、55～64 kg、65～74 kg 的病例中，两组间图像主观评分的差异无统计学意义（$P>0.05$）；体重>75 kg 的病例中，两组间图像主观评分的差异有统计学意义（$P<0.05$），见表 2，图 1～8。

表 1　个性化方案给药组患者使用对比剂的总碘量

体重	总碘量（g）	与固定给药组比较碘量降低率（%）
<54kg	13.37	39.8
55～64kg	16.15	27.3
65～74kg	18.66	16
>75kg	22.54	1.5
平均	17.68	20.4

表 2　两组图像主观评估结果

体重	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分	合计
<54 kg						
个性化给药组	8	5	1	0	0	14
固定给药组	8	2	4	0	0	14
55～64 kg						
个性化给药组	15	3	10	2	0	30
固定给药组	19	6	4	1	0	30
65～74 kg						
个性化给药组	13	17	0	0	0	30
固定给药组	20	5	5	0	0	30
>75 kg*						
个性化给药组	9	7	13	1	0	30
固定给药组	19	9	2	0	0	30

注：* 两组主观评分的差异，有统计学意义。

3 图像客观评估结果

两组测得的冠状动脉平均 CT 值均接近或大于 300 HU，符合临床诊断要求[5]。体重<54 kg 的病例中，两组 9 段血管平均 CT 值的差异均具有统计学意义（$P=0.000$～0.008）；体重55～64kg的病例中，两

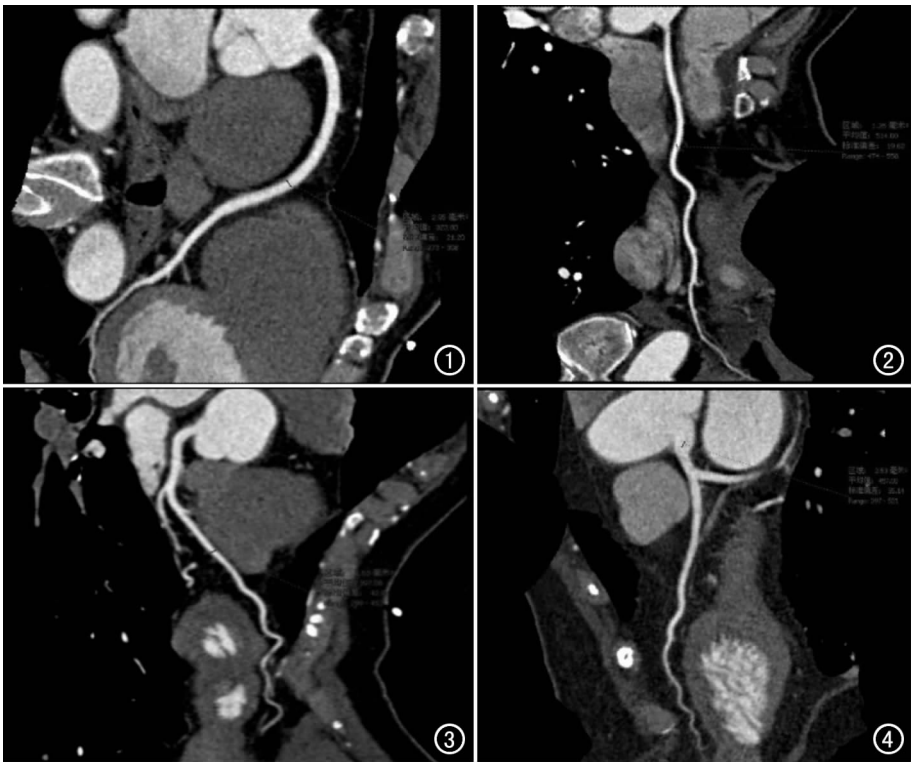

图 1　为<54kg 患者个性化给药图像。　图 2　为<54kg 患者固定给药图像。
图 3　为 55～64kg 患者个性化给药图像。　图 4　为 55～64kg 患者固定给药图像。

图 5 为 65～74kg 患者个性化给药图像。 图 6 为 65～74kg 患者固定给药图像。
图 7 为＞75kg 患者个性化给药图像。 图 8 为＞75kg 固定给药图像。

组 9 段血管平均 CT 值的差异均具有统计学意义（P＝0.000～0.001）；体重 65～74 kg 的病例中，1 段血管平均 CT 值的差异无统计学意义（P＝0.103），余 8 段血管平均 CT 值的差异均具有统计学意义（P＜0.05）；体重＞75 kg 的病例中，3 段血管平均 CT 值的差异无统计学意义（P＝0.050～0.287），余 6 段血管平均 CT 值的差异均具有统计学意义（P＜0.05）。

表 4 两组图像中血管 CT 值

冠状动脉节段	CT 值（HU）	
	个性化给药组	固定给药组
RCA 近段	340.1±63.6	413.8±79.0
RCA 中段	362.1±69.0	426.2±82.7
RCA 远段	354.2±74.4	423.3±90.0
LAD 近段	328.3±58.5	393.5±81.5
LAD 中段	333.6±60.4	390.6±84.9
LAD 远段	293.3±60.4	384.8±88.7
LCX 近段	353.1±68.9	413.7±81.9
LCX 中段	353.0±65.0	416.0±91.6
LCX 远段	345.8±67.2	399.9±86.7

讨 论

CCTA 检查已经成为诊断冠状动脉缺血性病变的常规检查方法，但带来了一定对比剂风险[6]。对比剂使用的主要危险人群为：年龄＞65 岁；尿蛋白＞2 g/d；糖尿病，心、肾功能不全，高血压、高脂血症和高尿酸血症等[7]。既往流行病学研究结果显示，中国成年人群中慢性肾功能不全的患病率为 10.8%[8]，且冠心病患者中肾功能不全比例较常规人群高[9]。因此，在 CCTA 检查中，优化对比剂给药方案是非常必要的。

前人研究结果显示，在常规高浓度、大剂量给药基础上，适当降低碘对比剂的总量，仍可得到符合临床诊断要求的图像[10]，而进一步根据患者的个性特征给药，则是更合理的选择。患者的多种个性特性中，最方便、常用的是患者的体重[11]。本研究的个性化方案给药组，使用了碘克沙醇（270 mg I/mL），1 mL/kg，平均使用碘 17.68 g。与固定方案给药组比较，降低了约 1.5%～39.8% 的总碘量，平均降低约 20%。而图像质量并没有受到明显影响，个性化方案给药组与固定方案给药组达到诊断要求的图像，分别为 97.4% 和 99.1%，均达到日常临床工作的要求。

CCTA 成像的效果，除了受总碘量的影响，还受到注射流率的影响[12]，即单位时间内注射入血管内的总碘量（对比剂浓度×注射流率）。所以，不一定要使用最高浓度的对比剂进行冠状动脉检查。改变对比剂浓度时，结合流率的改变，仍然可以得到较好的效果。有研究认为，使用稀释的对比剂进行成像，结合个性化注射流率的使用，可使冠状动脉内的 CT 值更均匀，得到更好的成像效果[13]。本研究中，使用了较低浓度的对比剂（270 mg I/mL），对较低体重的患者，使用稍低的流率，对高体重的患者，使用高的流率，从而使不同患者的血管腔内的 CT 值均接近或达到 300 HU，符合冠状动脉成像的客观要求。

本研究有一定的局限性：首先，心脏搭桥术后的患者、冠状动脉支架术后患者未纳入研究，本组扫描方案能否在此类患者中应用，需要进一步研究；其次，本研究受设备条件限制，未使用低射线剂量成像参数，将来应在低剂量参数基础上，验证个性化方案给药的效果；最后，未评价个性给给药方案下 CCTA 对冠状动脉病变诊断的准确性，将来应以 DSA 为金标准，进一步评价个性化给药方案 CCTA 的诊断效能。

总之，120 kVp 条件下，碘克沙醇（270 mg I/mL）

在 CCTA 检查中的个性化应用是可行的。此条件下，图像质量可达到临床诊断要求，同时降低对比剂用量，推荐用于肾功能损害高风险的人群。

参考文献：

[1] Levsky JM, Kim CW, Spevack DM, et al. Efficacy of coronary CT angiography: where we are, where we are going, and where we want to be[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2009, 3(Suppl 2): S99-S108.

[2] Becker J, Babb J, Serrano M. Glomerular filtration rate in evaluation of the effect of iodinated contrast media on renal function[J]. AJR, 2013, 200(4): 822-826.

[3] 姜原，刘建新，王霄英，等. 冠脉 CT 检查个体化对比剂注射方案的优化研究[J]. 放射学实践，2013，28(3)：303-306.

[4] 王蕊，张保翠，王霄英，等. 80kVp、低浓度对比剂冠状动脉 CTA 检查的初步研究[J]. 放射学实践，2013，28(5)：501-504.

[5] Boxt LM. Coronary computed tomography angiography: a practical guide to performance and interpretation[J]. Semin Roentgenol, 2012, 47(3): 204-219.

[6] Tublin ME, Murphy ME, Tessler FN. Current concepts in contrast media-induced nephropathy[J]. AJR, 1998, 171(4): 933-939.

[7] Weisberg LS, Kumink PB, Kryllik BR. Risk of radio contrast nephropathy in patients with and without diabetes mellitus[J]. Kidney Int, 1994, 45(1): 259-265.

[8] 张路霞，王海燕. 中国慢性肾脏病的现状及挑战——来自中国慢性肾脏病流行病学调查的启示[J]. 中华内科杂志，2012，51(7)：497-498.

[9] 张路霞，左力，徐国宾，等. 北京市石景山地区中老年人群中慢性肾脏病的流行病学研究[J]. 中华肾脏病杂志，2006，22(2)：67-71.

[10] Kumamaru KK, Steigner ML, Soga S, et al. Coronary enhancement for prospective ECG-gated single R-R axial 320-MDCT angiography: comparison of 60-and 80mL iopamidol 370 injection [J]. AJR, 2011, 197(4): 844-850.

[11] Cao L, Du X, Li P, et al. Optimization of contrast medium protocol in CT coronary arteriography: constant injection dose rate adapted to body weight[J]. Acta Radiol, 2011, 52(6): 608-612.

[12] Rutten A, Maijs MF, de Vos AM, et al. Biphasic contrast medium injection in cardiac CT: moderate versus high concentration contrast material at identical iodine flux and iodine dose[J]. Eur Radiol, 2010, 20(8): 1917-1925.

[13] Kawaguchi N, Kurata A, Kido T, et al. Optimization of coronary attenuation in coronary computed tomography angiography using diluted contrast material[J]. Circ J, 2014, 78(3): 662-670.

（收稿日期：2014-01-08）

《中国介入影像与治疗学》杂志 2014 年征订启事

《中国介入影像与治疗学》杂志创刊于 2004 年，是由中国科学院主管，中国科学院声学研究所主办，中国工程院医药卫生工程学部协办的国家级学术期刊，主编为邹英华教授。刊号：ISSN 1672－8475，CN 11－5213/R。是中国精品科技期刊、中国科技论文统计源期刊（中国科技核心期刊）、中国科学引文数据库核心期刊、中国期刊全文数据库全文收录期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊、波兰《哥白尼索引》收录源期刊。

《中国介入影像与治疗学》杂志以报道介入影像与治疗学、介入超声学、介入材料学、药物学与护理学等方面的临床研究、基础研究以及医、理、工结合的成果与新进展为主，在学术上追求高起点、创新性；在技术上追求先进性、实用性和规范化；信息报导上追求真实性、时效性、可读性。本刊是介入影像、治疗学工作者学习、交流的园地，也是图书馆必备的学术刊物。

《中国介入影像与治疗学》为月刊，64 页，大 16 开本，彩色印刷。单价：16 元，全年定价 192 元。订户可随时向当地邮局订阅，邮发代号：80－220；亦可向编辑部直接订阅，免邮寄费（欢迎通过银行转账，附言栏请注明订阅杂志名称）。

登录新浪、腾讯微博关注“中国介入影像与治疗学”或者搜索微信号“cjiit2004”关注。

地址：100190 北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼 502 室 孟辰凤

电话：010－82547903 E－mail：cjiit@mail.ioa.ac.cn 网址：www.cjiit.com

银行账户名：《中国医学影像技术》期刊社 开户行：招商银行北京分行清华园支行 账号：110907929010201