

双源 CT 冠状动脉成像对糖尿病患者合并冠状动脉狭窄的应用研究

周 明,钱 斌,陈宏伟,万红燕,朱宗明,翟晓东

(南京医科大学附属无锡市人民医院医学影像科,江苏 无锡 214023)

[摘要] 目的:通过与传统冠状动脉造影(CAG)对比,探讨双源 CT 冠状动脉成像(DSCTA)对糖尿病患者合并冠状动脉狭窄的诊断价值。方法:对 81 例 2 型糖尿病可疑合并冠心病患者行 DSCTA 检查,扫描图像经工作站进行多种方法重建,评估管径 ≥ 2.0 mm 的近端 12 个节段,筛选出血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 的患者,并采用四格表 χ^2 检验,以 CAG 为对照分析。结果:81 例患者有 68 例显示血管狭窄程度 $\geq 50\%$,其中 42 例(61.8%)有多支血管狭窄,68 例均行 CAG 检查。68 例共有 793 支冠状动脉节段显示清晰可评价,可评价率为 97.2%。以 CAG 检查为金标准,DSCTA 检测血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 95.6%、97.7%、89.7%、99.1%;两种检查方法之间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。DSCTA 检测心率 < 70 次/min 及 ≥ 70 次/min 的糖尿病患者冠状动脉狭窄的敏感性 (97.4% vs 93.2%)、特异性 (97.6% vs 97.9%)、阳性预测值 (89.4% vs 90.2%)、阴性预测值(99.5% vs 98.6%)差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论:DSCTA 具有图像清晰、扫描速度快及无创等优点,且不受心率的影响,是有效的冠状动脉检查方法,可作为 2 型糖尿病患者怀疑合并冠心病的筛查。

[关键词] 糖尿病;冠状动脉狭窄;双源 CT;计算机断层扫描;血管造影术

[中图分类号] R816.2

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2014)08-1131-05

doi: 10.7655/NYDXBNS20140827

Dual-source CT coronary angiography in patients with diabetes accompanied with coronary artery stenosis

Zhou Ming, Qian Bin, Chen Hongwei, Wan Hongyan, Zhu Zongming, Zhai Xiaodong

(Department of Radiology, Wuxi People's Hospital Affiliated to NJMU, Wuxi 214023, China)

[Abstract] **Objective:** By comparing with conventional coronary angiography(CAG), we sought to investigate the diagnostic value of dual-source CT coronary angiography (DSCTA) to diabetic patients with coronary artery stenosis. **Methods:** A DSCTA inspection was established to 81 cases of type 2 diabetes in patients with suspected coronary heart disease, along with a variety of scanned images reconstructed by the Workstation. We then assessed 12 segments of the proximal diameter ≥ 2.0 mm, selected patients of stenosis degree $\geq 50\%$, and adopted 2x2 contingency table with chi-square test. **Results:** A total of 68 cases showed stenosis $\geq 50\%$ in all 81 patients, and 42 out of these 68 patients (61.8%) had multiple-vessel stenosis, and CAG examination was performed in all these 68 patients. Sixty-eight patients along with a total of 793 coronary artery segments were clear and evaluable, with the evaluable rate of 97.2%. CAG was set as the gold standard, and the predicted values of sensitivity, specificity, positive predictive value, negative with DSCTA detected vascular stenosis $\geq 50\%$ were 95.6%, 97.7%, 89.7% and 99.1%, respectively. The difference between the two methods was not statistically significant ($P > 0.05$). The sensitivity (97.4% vs 93.2%), specificity (97.6% vs 97.9%), positive predictive value (89.4% vs 90.2%), and negative predictive value (99.5% vs 98.6%) of DSCTA detected coronary artery stenosis between rate < 70 beats/min and ≥ 70 beats/min in diabetic patients was not significantly different ($P > 0.05$). **Conclusion:** DSCTA has clear image, rapid scanning speed and is non-invasive, etc, which is not influenced by the heart rate. It is an effective coronary artery screening method, especially for type 2 diabetic patients with coronary heart disease.

[Key words] diabetes; coronary artery stenosis; dual-source CT; computed tomography; angiography

[Acta Univ Med Nanjing, 2014, 34(08): 1131-1135]

糖尿病患者由于血糖、血脂的升高,导致冠状动脉血管的硬化、狭窄,最后有 55%~80% 的患者都死于冠心病^[1-2],而糖尿病合并冠心病的患者症状往往

不典型,所以准确的辅助检查显得尤为重要。选择性冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)是诊断冠状动脉狭窄的金标准,但其费用高、有创,偶有严重

并发症是其重要缺点^[3],随着多排螺旋CT到双源CT冠状动脉成像技术(dual-source computed tomography angiography, DSCTA)的进步,图像质量不断提高,扫描速度不断加快,以及其无创性、可重复性强等特点,均弥补了传统选择性CAG的缺陷,已经成为筛查、诊断冠状动脉疾病常用检查手段。本文对81例2型糖尿病怀疑合并冠心病患者进行DSCTA检查,筛选出68例血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 的患者进行CAG检查,并对结果对照分析,以此探讨DSCTA对2型糖尿病患者合并冠状动脉狭窄的诊断价值。

1 对象和方法

1.1 对象

收集南京医科大学附属无锡市人民医院自2008年1月~2012年12月临床上2型糖尿病怀疑合并冠心病的81例患者进行DSCTA检查,筛选出显示有血管 $\geq 50\%$ 狭窄的68例进行CAG检查。DSCTA与CAG检查间隔时间为7d。68例中男45例,女23例;年龄在48~76岁,中位年龄65岁;所有2型糖尿病患者均有胸痛、胸闷或心悸等不适症状;合并有高血压56例,高血脂42例,慢性支气管炎25例;平均心率为 (68.5 ± 13.2) 次/min,有36例患者心率 < 70 次/min,32例心率 ≥ 70 次/min。此68例患者纳入标准为:①确诊有2型糖尿病,2型糖尿病诊断根据1997年美国糖尿病学会的诊断标准:空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L,葡萄糖耐量试验中2h血糖 ≥ 11.1 mmol/L或糖尿病症状+任何时间血糖 ≥ 11.1 mmol/L;②有典型心前区发作性疼痛或非典型心绞痛合并1种以上相关表现(胸闷、心悸、心律不齐、喉头紧缩感、乏力等不适症状及频发性期前收缩,心电图ST段改变);③DSCTA检查血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 。排除标准:①心、肾功能不全者;②既往对碘造影剂过敏;③DSCTA检查血管狭窄程度 $< 50\%$ 狭窄或无狭窄。

1.2 方法

1.2.1 DSCTA

应用西门子双源64层螺旋CT扫描仪, Mallinckroot双筒高压注射器,经上肢静脉注射碘普罗胺370对比剂70ml后,再注入生理盐水50ml,注射速率5.0 ml/s。患者仰卧位,从气管隆突下1cm至心膈面进行钙化积分扫描,然后选定扫描范围,并以主动脉起始部作为监测点,当CT值上升至100 Hu时自动触发扫描,螺距0.2~0.5 mm,随心率而变,层厚0.75 mm,层间距0.5 mm,120 kV,410

MAS得到容积数据。扫描结束后,将图像进行重建,利用多平面重建(multiplanar reconstruction, MPR)、曲面重建(curved-planar reconstruction, CPR)、最大密度投影(maximal intensity projection, MIP)、容积再现(volume rendering technique, VRT)等后处理方法完成冠脉血管的重建工作。部分阳性患者还进行了多相位重建及动态成像。

1.2.2 CAG

采用西门子血管造影机,以标准Judkin技术,用右冠状动脉造影2个标准体位,左冠状动脉造影5个标准体位采集图像,然后判断各节段冠状动脉病变狭窄程度。对比剂采用碘海醇(350 mgI/mL)。造影结果由2位在冠脉造影诊断方面至少有5年经验的心内科医师进行冠状动脉狭窄程度的评估,判定方法采用目测法和冠状动脉定量分析法(QCA)。

1.2.3 冠状动脉的图像评价

参照美国心脏协会(AHA)的标准,冠状动脉节段定义为管腔直径 ≥ 1.5 mm的冠状动脉及其分支,一般分为15个节段^[4-7]。按照AHA建议的树状结构模型,观察的节段为管径 ≥ 2.0 mm动脉段,每例只选择血管近端12个节段进行评价:包括右侧冠状动脉近、中、远段(1~3段),左侧冠状动脉主干及左侧前降支近、中、远段(5~8段)、回旋支近、中段(11~12段)。68例患者共计816支节段。

1.2.4 冠状动脉狭窄的判断方法

通过Adw4.3工作站的智能化血管分析软件对冠状动脉的管腔直径、面积进行测量。采用直径法判断狭窄程度,狭窄程度=(狭窄部近心端正常血管直径-狭窄部血管直径)/狭窄部近心端正常血管直径 $\times 100\%$,以狭窄程度 $\geq 50\%$ 作为阳性标准。图像观察评价由3位主治以上的放射诊断医师共同阅读评定,诊断结果以2人一致意见为准。

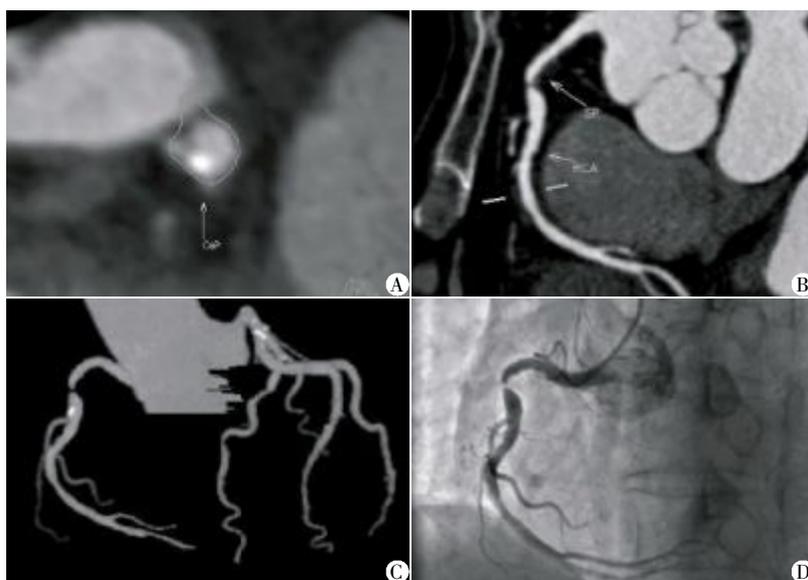
1.3 统计学方法

采取SPSS18.0软件对所有数据进行统计学分析,以CAG为标准,计算DSCTA诊断动脉狭窄 $\geq 50\%$ 的敏感性度、特异性、阳性预测值和阴性预测值。采用四格表 χ^2 检验分析, $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本组68例均行CAG检查,使用CPR和MIP等后处理重建技术并结合横断面对狭窄程度进行判断(图1)。其中42例(61.8%)有多支血管狭窄;68例



A:DSCT 横断面图像,见右冠状动脉中段管腔内偏心性钙化斑块形成,软件分析狭窄度近 25%;B:DSCTA CPR 图像,清晰显示右冠状动脉近段狭窄约 85%,中段狭窄约 20%;C:DSCTA MIP 图像,全面显示右冠状动脉近段狭窄及软斑块影、中段狭窄及钙化斑块影,及其他冠状动脉分支病;D:CAG 图像:结合目测及软件分析,判断右冠状动脉近段狭窄约 90%,中段狭窄约 20%。

图 1 患者双源 CT 冠状动脉成像(DSCT)与冠状动脉血管造影(CAG)图像

Figure 1 Dual-source CT coronary artery imaging (DSCT) and coronary artery angiography (CAG) images of patients

近端的 816 支冠脉节段中,793 支显示良好,可进行评估,可评估率为 97.2%;15 支因冠状动脉严重钙化、严重心律不齐或呼吸移动度过大导致图像不能满足诊断要求;其余 8 支因变异或太细不进行评估。

2.2 DSCTA 对糖尿病患者冠状动脉狭窄的评价

以冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 为阳性,在可评估的 793 支冠脉节段中,DSCTA 显示 647 支阴性,146 支阳性;CAG 检出 656 支阴性,137 支阳性;以 CAG 为金标准,DSCTA 显示的正确结果为:641 支阴性,131 支阳性,漏诊 6 支,过诊 15 支(表 1)。

DSCTA 检测糖尿病患者冠状动脉狭窄的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 95.6%、97.7%、89.7%、99.1%(表 2);DSCTA 和 CAG 2 种检查方法在诊断冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 的病变上差异无

表 1 DSCTA 与 CAG 检测糖尿病患者冠状动脉狭窄结果对比

Table 1 Comparison of DSCTA and CAG results of diabetic patients with coronary artery stenosis (支)

DSCTA	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	131	15	146
阴性	6	641	647
合计	137	656	793

统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 DSCTA 对不同心率糖尿病患者冠状动脉狭窄的评价

DSCTA 对心率 < 70 次/min 的糖尿病患者冠脉狭窄的检测结果为敏感性 97.4%、特异性 97.6%、阳

表 2 DSCTA 检测糖尿病患者冠脉狭窄的各项指标分析

Table 2 Analysis of coronary artery stenosis indicators by DSCTA in patients with diabetes

项目	$\geq 50\%$ 狭窄	心率 < 70 次/min	心率 ≥ 70 次/min
例数(n)	68	36	32
真阳性(支)	131	76	55
真阴性(支)	641	362	279
假阳性(支)	15	9	6
假阴性(支)	6	2	4
敏感度[n(%)]	131/137(95.6)	76/78(97.4)	55/59(93.2)
特异度[n(%)]	641/656(97.7)	362/371(97.6)	279/285(97.9)
阳性预测值[n(%)]	131/146(89.7)	76/85(89.4)	55/61(90.2)
阴性预测值[n(%)]	641/647(99.1)	362/364(99.5)	279/283(98.6)

性预测值 89.4%、阴性预测值 99.5%；对心率 ≥ 70 次/min 的糖尿病患者冠脉狭窄的检测结果为敏感性 93.2%、特异性 97.9%、阳性预测值 90.2%、阴性预测值 98.6% (表 2)；DSCTA 对心率 < 70 次/min 和心率 ≥ 70 次/min 的糖尿病患者冠脉狭窄的各项指标差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

以冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 为阳性,以 CAG 为金标准,DSCTA 显示心率 < 70 次/min 的糖尿病患者冠脉狭窄的正确结果为:362 支阴性,76 支阳性,漏诊 2 支,过诊 9 支 (表 3)；DSCTA 显示心率 ≥ 70 次/min 的糖尿病患者冠脉狭窄的正确结果为:279 支阴性,55 支阳性,漏诊 4 支,过诊 6 支 (表 4)。

表 3 DSCTA 与 CAG 检测心率 < 70 次/min 糖尿病患者冠脉狭窄对照表

Table 3 Comparison of coronary artery stenosis in diabetic patients with heart rate < 70 times/min by DSCTA and CAG (支)

DSCTA	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	76	9	85
阴性	2	362	364
合计	78	371	449

表 4 DSCTA 与 CAG 检测心率 ≥ 70 次/min 糖尿病患者冠脉狭窄对照表

Table 4 Comparison of coronary artery stenosis in diabetic patients with heart rate ≥ 70 times/min by DSCTA and CAG (支)

DSCTA	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	55	6	61
阴性	4	279	283
合计	59	285	344

3 讨论

糖尿病患者由于血糖、血脂代谢异常,动脉粥样硬化发生机率很高,冠心病的患病率明显高于普通人群,糖尿病合并冠心病的患者往往为多支血管病变,并且受累冠脉病变程度严重^[1-2]。Kopp 等^[3-5]通过研究发现,糖耐量异常阶段是 2 型糖尿病患者最易引发冠状动脉病变的危险阶段,糖耐量异常患者多支血管病变的发生率及病变程度明显高于糖耐量正常的冠心病患者。因此,在糖尿病患者中早期进行冠状动脉病变的筛查,有助于早期发现病变,严格控制危险因素,并进行及时的防治。本组 81 例糖尿病患者中,经 DSCTA 筛查有 68 例合并冠状动脉狭窄,

可以说明糖尿病是冠心病的高发诱因。但糖尿病患者易合并自主神经病变,胸痛的症状往往不典型,许多患者拒绝接受有创的 CAG 检查,而错失治疗的最佳时机。DSCTA 具有无创、操作简便、检查速度快等特点,易于被患者接受,为临床诊断冠心病提供了新的检查方式^[6-7]。

研究表明,即使不口服倍他乐克,高心率患者的 DSCTA 图像质量也不受影响^[8-10]。本组病例 DSCTA 检测心率 < 70 次/min 及 ≥ 70 次/min 的糖尿病患者冠状动脉狭窄的敏感性 (97.4% vs 93.2%)、特异性 (97.6% vs 97.9%)、阳性预测值 (89.4% vs 90.2%)、阴性预测值 (99.5% vs 98.6%) 差异无统计学意义 ($P > 0.05$),与文献符合,说明心率快慢已不再是影响图像质量的关键因素,而轻度心律不齐所造成的移动伪影也可以通过心电编辑来改善图像质量。本组 68 例患者应用 CPR、MIP 等后处理重建技术清晰显示 793 支冠状动脉节段图像可用于临床评价,可评估率高达 97.2%,明显优于 Herzog 等^[11-13]报道的 64 排螺旋 CT 91.3%~93.6%的可评价率,说明双源 CT 比传统单源螺旋 CT 具有明显优越性。所有患者均未见严重不良反应,证明 DSCTA 还是一种安全的检查。

本研究认为冠状动脉狭窄程度 $\geq 50\%$ 有临床意义^[14],以 CAG 结果为标准,DSCTA 诊断糖尿病患者冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 95.6%、97.7%、89.7%、99.1%；统计学结果显示 DSCTA 与金标准 CAG 检查对冠状动脉狭窄显示无统计学差异 ($P > 0.05$),提示 DSCTA 检测 2 型糖尿病患者冠状动脉病变具有较高的准确性,临床应用具有较高的可行性。从结果中可以看出,对于中度以上狭窄节段,DSCTA 的敏感度、特异度、阴性预测值均较高,这一点与国内外其他研究相类似^[15-16]。敏感度、特异度高表明其诊断可靠性及与 CAG 检查的一致性,对于中度以上的狭窄能够直观地显示且容易测量。特别是其阴性预测值达到 99.1%,如此高的阴性预测值提示阴性结果真实可靠,所以 DSCTA 显示阴性者,即可排除冠心病,可以避免进一步做有创的 CAG 影像学检查。

本组病例中假阳性较多 (15 个)、阳性预测值为最低 (89.7%),提示导致血管壁狭窄程度高估的因素存在,分析可能的影响因素包括:冠状动脉钙化、运动伪影和严重心律不齐、扫描参数、药物影响等对成像的影响。糖尿病患者常合并较严重的钙化,血管壁大面积的钙化斑块会导致 DSCTA 高估血管壁狭窄程度,当钙化较高时,与造影剂不能很好的对比显

影,是出现误诊和假阳性的主要原因;但在高钙化的情况下,DSCT 仍然比 64 排单源 CT 显示更高的诊断价值;并且由于 DSCT 的双能量的特点,在分辨斑块性质上,更因其能量特点优势从而提高其分辨率^[17-18]。严重的心律不齐和运动伪影,会造成图像质量差,血管边界不清,引起判断有误,导致漏诊出现假阴性;其次,糖尿病患者冠状动脉病变常常累及小分支,DSCTA 不能很好地显示小血管管腔内部和管壁情况而产生假阴性。

综上所述,2 型糖尿病患者的冠心病患病率和病死率高,常表现为多支血管病变且程度严重,早期筛查 2 型糖尿病患者并发冠心病有重要的临床意义。DSCTA 在评价糖尿病患者冠状动脉狭窄程度方面具有较高的敏感度、特异度和阴性预测值,能较好地分辨斑块性质,减少严重心律不齐和呼吸伪影,具有图像清晰、扫描速度快及无创等优势,且不受心率的影响,可以作为临床评价 2 型糖尿病患者并发冠状动脉病变的重要检查方法。

[参考文献]

[1] Leschka S, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience[J]. Eur Heart J, 2005, 26(15): 1482-1487

[2] Brodoefel H, Burgstahler C, Tsiflikas I, et al. Dual-source CT: effect of heart rate, heart rate variability, and calcification on image quality and diagnostic accuracy[J]. Radiology, 2008, 247(2): 346-355

[3] Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, et al. Coronary arteries: retrospectively ECG-gated multi-detector row CT angiography with selective optimization of the image reconstruction window[J]. Radiology, 2001, 221(3): 683-688

[4] Hoffmann U, Moselewski F, Nieman K, et al. Noninvasive assessment of plaque morphology and composition in culprit and stable lesions in acute coronary syndrome and stable angina by multidetector computed tomography[J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 47(8): 1655-1662

[5] Oncel D, Oncel G, Tastan A. Effectiveness of dual-source CT coronary angiography for the evaluation of coronary artery disease in patients with atrial fibrillation: initial experience[J]. Radiology, 2007, 245(3): 703-711

[6] Lell MM, Panknin C, Saleh R, et al. Evaluation of coronary stents and stenoses at different heart rates with dual-

source spiral CT (DSCT)[J]. Invest Radiol, 2007, 42(7): 536-541

[7] Ropers U, Ropers D, Pflederer T, et al. Influence of heart rate on the diagnostic accuracy of dual-source computed tomography coronary angiography[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(25): 2393-2398

[8] Johnson T, Nikolaou K, Busch S, et al. Diagnostic accuracy of dual-source computed tomography in the diagnosis of coronary artery disease [J]. Investigative Radiology, 2007, 42(10): 684-691

[9] Nieman K, Oudkerk M, Rensing BJ, et al. Coronary angiography with multi-slice computed tomography[J]. Lancet, 2001, 357(9256): 599-603

[10] Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: first experience in a high pre-test probability population without heart rate control[J]. Eur Radiol, 2006, 16(12): 2739-2747

[11] Herzog C, Arning-Erb M, Zangos S, et al. Multi-detector row CT coronary angiography: influence of reconstruction technique and heart rate on image quality[J]. Radiology, 2006, 238(1): 75-86

[12] Knez A, Becker C, Ohnesorge B, et al. Noninvasive detection of coronary artery stenosis by multislice helical computed tomography [J]. Circulation, 2000, 101(23): 221-222

[13] 伊婕, 李绍科, 安毅. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像在冠脉狭窄诊断中的临床应用[J]. 心脑血管病防治, 2007, 7(5): 316-318

[14] Stephen S, Stephan A, Frank B, et al. Cardiac computed tomography: indications, Applications, limitations, and training requirements [J]. Eur Heart J, 2008, 29(4): 531-556

[15] 萧毅, 田建明, 王培军, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉造影的扫描技术及临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(4): 357-361

[16] 王健, 王天浩, 李嵌. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像技术诊断冠心病的临床价值分析[J]. 中华全科医师杂志, 2009, 8(5): 316-319

[17] Flohrl TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system[J]. Eur Radiol, 2006, 16(6): 256-268

[18] 周璐. 双源 CT 技术及其在冠状动脉疾病诊断中的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2008, 24(2): 264

[收稿日期] 2014-01-16