

多层螺旋 CT 冠脉造影对非钙化斑块致血流动力学变化的显示价值

王星稳 陈伟彬 张惠英

摘要 **目的** 初步探讨多层螺旋 CT 冠状动脉造影对非钙化斑块导致冠脉血管血流动力学变化的显示价值。**方法** 将疑似冠心病并进行 CT 冠脉造影及数字减影血管造影(DSA),且两种检查结果一致的 86 例患者,总计 258 支主支血管图像经 EBW 工作站后处理后,以 DSA 为金标准,根据冠脉血管狭窄程度分为 4 组(正常组、轻度狭窄组、中-重度狭窄组、闭塞组),首先测量病变组主支血管内非钙化斑块前后 3mm 内 CT 值,其次随机测量正常组主支血管管腔 CT 值。计算单支血管前后 CT 值比值,并进行统计学分析。**结果** 正常血管组别和轻度狭窄的组别比较,斑块前后 CT 值差异无统计学意义($P > 0.05$);中-重度和闭塞的组别与正常血管和轻度狭窄组别比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);中-重度狭窄和闭塞组别比较,斑块前后 CT 值,斑块前后 CT 值差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 在 256 层螺旋 CT 冠状动脉造影中,当非钙化斑块致冠脉狭窄达到中度以上时,对冠状动脉血管血流动力学的变化有显示价值,以此对临床冠心病的诊断和术前预评估有一定意义。

关键词 多层螺旋 CT 非钙化斑块 体层摄影术 血流动力学

中图分类号 R814.3

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.08.026

Application Value of Multi-slice Spiral CT Coronary Angiography in Evaluating Hemodynamic Changes Caused by Noncalcified Plaques.

Wang Xingwen, Chen Weibin, Zhang Huiying. North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Hebei 063000, China

Abstract **Objective** To explore the application value of multi-slice spiral CT coronary angiography in evaluating hemodynamic changes of coronary vessels caused by noncalcified plaques. **Methods** After dealing with 86 suspected coronary heart disease patients who had taken CT coronary angiography and digital subtraction angiography and achieved the same results, the 258 trunk vascular images handled by EBW software were divided them into 4 groups, according to DSA as the gold standard. The groups included the normal group, the mild, the severe stenosis group and the occlusion group, according to the degree of coronary vascular stenosis. Then, the CT attenuation value of 3 mm before and after the non calcified plaques in the main blood vessels would be measured in neuropathic group, followed by random measurement to the normal group's CT attenuation value of the main vascular lumen. Finally, the researcher calculated the diseased and non-diseased ct value ratio of single vessel and conducted statistical analysis. **Results** When we compared the normal group with the mild stenosis group, the CT value ratio of plaques had no statistical significance($P > 0.05$); the ct value ratio had statistical significance in comparing the severe stenosis group with the normal group and the mild stenosis group($P < 0.05$). But when we compared the severe stenosis group with the occlusion group, the ratio also showed insignificance in statistics($P > 0.05$). **Conclusion** In 256 layers spiral CT coronary angiography, when coronary artery stenosis caused by noncalcified plaques reaches to moderate or severe degree, hemodynamic changes will occur to parts of coronary arteries, which is of significance to clinical diagnosis and preoperative evaluation of coronary heart disease.

Key words Multi-slice spiral CT; Noncalcified plaques; Tomography; Emodynamics

近些年,多层螺旋 CT 的迅速发展,CT 冠脉造影现已成为临床无创性评价、诊断心脏病的重要手段。冠脉造影具有较高的空间和时间分辨率,可以相对直观且准确地为临床提供冠状动脉的解剖学信息^[1]。然而,有文献表明,在解剖学上冠状动脉的狭窄与其

造成心肌缺血并无绝对相关性,而心肌血流灌注更能准确评价和预测冠心病的预后和进展^[2]。因此,冠心病的诊断不仅需要解剖信息,更需要冠脉血管血流动力学方面的消息。本研究旨在通过 CT 值测定的技术,来探究多层螺旋 CT 冠脉造影能否对冠脉血管血流动力学的变化有所显示。

资料与方法

1. 一般资料:搜集 2013 年 8 月~2015 年 10 月在笔者医院就诊,临床疑似冠心病,并于 2~3 周内前后

基金项目:唐山市科学技术研究与发展计划项目(141302708)

作者单位:063000 唐山,华北理工大学附属医院

通讯作者:张惠英,主任医师,电子信箱:wgczy2011@163.com

进行了 CT 冠状动脉造影及数字减影血管造影的患者 90 例,其中,男性 54 例,女性 32 例,患者年龄 40 ~ 80 岁,平均年龄 53.6 ± 13.1 岁。所有患者均无严重心、肝、肾功能不全及严重心率不齐,既往无明确碘对比剂过敏史,除外支架植入术及冠状动脉搭桥术后复查患者,且患者冠状动脉造影钙化积分为 0。

2. 操作方法:使用飞利浦 Brilliance256 层螺旋 CT 扫描机行连续容积扫描(CVS)加心电门控,平静呼吸状态下屏气。患者体位均为仰卧位。扫描范围从气管隆突下 1cm 至心脏隔面。扫描参数:管电压 120kV,电流 250mAs,层数 $\times$ 准直器宽度为 256mm $\times$ 0.625mm,螺距为 1,层厚 1.0mm,层间距 1.0mm。患者均于检查前行碘过敏试验,观察 20min 后无不良反应者进行扫描。扫描前舌下含服 0.5mg 硝酸甘油,经静脉注入非离子型对比剂碘普罗胺 370,注药速率 5.0ml/s,总剂量 70ml。激发兴趣区设在气管隆突下 1cm,当兴趣区阈值 ≥ 120 HU 时计算机自动触发扫描。图像后处理:将原始薄层图像传入 EBW 工作站。先逐层观察图像,再行高级后处理,包括最大密度投影(MIP)、多平面重建(MPR)、行容积再现(VR)。对每位患者三大冠脉主支血管进行评估,判断是否存在非钙化斑块。病变的有无及病变程度的评估以数字减影血管造影为金标准,由两名高年资诊断医师分析,意见一致时为准。

3. 数据测量:根据有关文献的冠状动脉狭窄分级^[3]:①正常;②轻度狭窄:其管腔内径减少程度 $< 50\%$;③中-重度狭窄:管腔内径减少程度 $\geq 50\%$ 但 $< 99\%$;④完全闭塞。将所有入选患者的三大主支血管分为 4 组。采用原始横断位图像,结合 MIP、MPR 图像,运用 EBW 工作站测量工具测量存在非钙化斑块的病变组各支血管内斑块前后 3mm 以内的 CT 值,兴趣范围 FOV 为 2.0mm^2 ,单位为 HU,至少测量 3 次,取平均值,并命名斑块前 CT 值为 A 值,斑块后 CT 值为 B 值;正常组主干血管随机测量 CT 值,同样测至少 3 次,取平均值,并标注 A、B 值(图 1、图 2)。

4. 统计学方法:所有数据采用 SPSS 17.0 统计分析软件完成,计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。不同狭窄组,组间分析采用 Kruskal-Wallis H test 方法,两组之间的比较采用的是独立样本的 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

首先将入选的 90 例患者,共计 270 支主干血管 CT 冠脉造影和数字减影血管造影(DSA)的结果进行

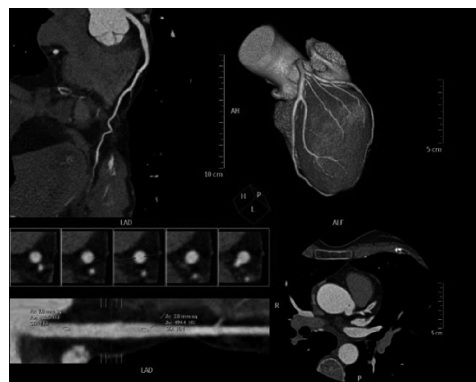


图 1 经 MIP、MPR、VR 技术随机测量正常血管管腔 CT 值

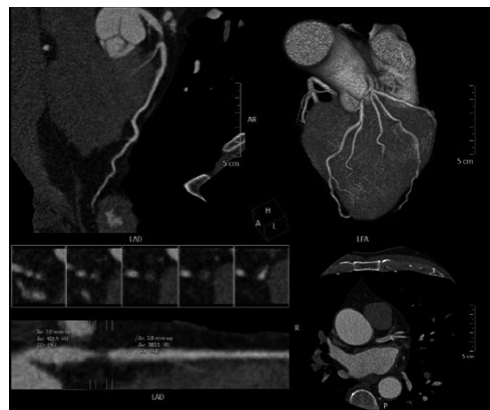


图 2 经 MIP、MPR、VR 技术测量致管腔重度狭窄的非钙化斑块前后 3mm 内 CT 值

统计学分析,得出两种检查结果差异无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。将 4 例 CT 冠脉造影与 DSA 结果不一致的患者剔除,剩余 86 例两种检查结果一致且符合实验要求的患者,将其共计 258 支主干血管根据狭窄分级分为 4 组(若 1 支血管内存在多个狭窄斑块,以最大狭窄斑块为狭窄程度),其中正常血管 75 支,轻度狭窄血管 80 支,中-重度狭窄血管 77 支,闭塞血管 26 支(表 2)。测量病变组单支血管内非钙化斑块前后 CT 值及正常组单支血管 CT 值,得到 A 值、B 值的平均值,并算出 A 与 B 的比值(表 3)。然后将各组间 A 与 B 的比值两两比较,得出正常血管和轻度狭窄的组别比较,斑块前后 CT 值比值差异无统计学意义($P > 0.05$);中-重度和闭塞的组别与正常血管和轻度狭窄组别比较,斑块前后 CT 值比值差异有统计学意义($P < 0.05$);中-重度狭窄和闭塞组别比较,斑块前后 CT 值比值差异无统计学意义($P > 0.05$,图 3)。

表 1 CT 冠脉造影结果与 DSA 结果比较

检查方法	正常	轻度狭窄	中-重度狭窄	闭塞	合计	χ^2	P
CT 冠脉造影	75	84	85	26	270	0.592	0.898
DSA	79	88	77	26	270		

表 2 根据狭窄程度分组的主支血管分布情况 (n=258)

项目	正常	轻度狭窄	中-重度狭窄	闭塞
RCA	22	30	26	8
LAD	23	25	28	10
LCX	30	25	23	8

表 3 不同狭窄组内血管管腔前后 CT 值及其比重 ($\bar{x} \pm s$)

项目	正常	轻度狭窄	中-重度狭窄	闭塞
A 值(HU)	472.64 ± 4.36	453.07 ± 4.47	414.28 ± 7.88	359.42 ± 20.82
B 值(HU)	481.20 ± 9.25	458.20 ± 8.94	408.20 ± 15.18	323.40 ± 24.66
A/B	0.98 ± 0.02	0.99 ± 0.02	1.02 ± 0.03	1.11 ± 0.06

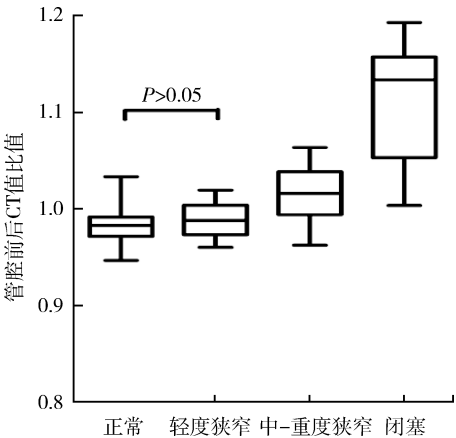


图 3 不同狭窄组血管管腔前后 CT 值比值的比较

讨 论

医疗设备的快速发展,特别是 256 层螺旋 CT 的出现及临床应用,冠状动脉成像质量显著改善,不仅对冠状动脉细小分支的血管显示率明显提高,而且对冠脉病变诊断的准确性、敏感度、特异性和阳性预测值均达到 85% 以上^[4,5]。256 层螺旋 CT 以其更高的时间分辨率降低了对患者心率的要求,心率在正常范围内的患者无需控制心率即可完成检查。所以,多层螺旋 CT 在冠状动脉血管造影方面显示出强大的优势,有取代数字减影血管造影技术(DSA)的趋势,但其缺点是无法评级冠脉功能,血流动力学方面的信息提供甚少^[6]。以往 CT 值测量大多是用来评价某个病灶的供血情况,却很少被用来评价血流状况,而注入对比剂后的冠脉血管 CT 强化值则反映了对比剂在血管中浓度的变化,从而间接反映了血管中血流灌注量的变化。也就是说,某个时段的冠脉血流灌注量和相应时段该血管的 CT 增加值呈正相关。

目前,基于有创冠脉造影的血流储备分数(FFR)是诊断冠脉狭窄病变引起血流动力学异常的金标准^[7]。其原理为在冠状动脉血管达到最大充血状态时,利用带有压力感受器的导丝测量狭窄病变远端的

压力,其与近端压力的比值即为 FFR。但是,由于 FFR 的测定为有创性检查,其可重复性受到限制,对于功能性评价的延续性也有局限,且放射线剂量大、费用高。目前,在我国仅有少数心脏病专科医院开展,临床上的广泛应用尚有困难。

本研究基于 CT 冠状动脉造影测定狭窄病变内非钙化斑块前后 CT 值的比值正是借用了 FFR 的原理,与 FFR 相比,笔者认为本方法有以下优势:① CCTA 是无创性检查,减少了患者的痛苦,降低了医疗风险,不需要额外使用药物^[8];② CCTA 通过强大的后处理技术能够构建整个冠状动脉系统的 3D 模型,可同时测量任何一支血管病变,大大节省检查时间^[9];③本试验测量的数据均是回顾性资料的数据,保证了可重复性^[10]。所以,多层螺旋 CT 冠状动脉造影探究非钙化斑块致血流动力学变化的方法省时、省事、无创、安全。

本研究通过对多层螺旋 CT 冠脉造影血管内非钙化斑块前后 CT 值的测量,发现当冠脉狭窄达到中度以上的时候,冠脉血管内血流动力学会发生变化。对冠状动脉病变的血流功能学评估决定了病变是否需要血运重建治疗。有研究表明,中等程度以上的狭窄可造成心肌缺血,发生血流动力学变化,因而准确诊断和评价中等程度以上狭窄对患者的治疗和预后具有重要意义^[11]。对导致心肌缺血的冠状动脉病变进行血运重建,可以缓解患者的症状、改善生活质量和减低长期心脏时间发生率的风险。对于那种不诱发心肌缺血的狭窄病变进行处理,是否得当,患者是否受益并不十分清楚明白。因此,确定狭窄病变是否引起心肌缺血十分重要。

急性冠脉动脉综合征常常是血管狭窄的不稳定斑块破裂所致,一旦斑块破裂后果严重,出现心肌梗死的症状,危及生命。非钙化斑块,又称不稳定斑块。本研究表明,当非钙化斑块狭窄达到一定程度时,血

流动力学会发生改变。这对临床很有帮助,有助于其对患者的心肌缺血风险做出评估,并预知性进行介入治疗,制定更言之有效的治疗方法。

但此实验也存在一定的局限性:①真实的血管壁是有弹性的,而 CT 冠状动脉图像能否达到实际血管的弹性情况仍需探索研究^[12];②CT 冠脉造影的诊断准确性是以图像为基础的,图像受信噪比、运动伪影、呼吸伪影等因素影响,所以完美的图像质量是重要的前提^[13]。

综上所述,通过对多层螺旋 CT 冠状动脉造影中非钙化斑块病变前后 CT 值的变化的研究,能初步显示当狭窄程度达到中度以上时,对冠脉血管血流动力学的变化有显示价值,从而对临床冠心病的诊断和术前预评估有一定的临床意义。

参考文献

- 1 陆怡茜,曾蒙苏. FFR_{CT}:无创冠脉血流储备分数检测方式[J]. 中国医学计算机成像杂志,2014,20(2):200-204
- 2 Pijls NHJ, Fearon WF, Tonino PAL, *et al.* Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: 2-year follow-up of the FAME[J]. J A College Cardiol, 2010, 56(3):177-184
- 3 Gao Y, Lu B, Hou Z, *et al.* Coronary in-stent restenosis: assessment with corrected coronary opacification difference across coronary stents measured with CT angiography[J]. Radiology, 2015, 275(2):403-412
- 4 中华放射学杂志心脏冠状动脉多排 CT 临床应用协作组. 心脏冠状动脉多排 CT 临床应用专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(1):9-16
- 5 Min JK, Koo BK, Erglis A, *et al.* Usefulness of noninvasive fractional flow reserve computed from coronary computed tomographic angiograms for intermediate stenoses confirmed by quantitative coronary angiography[J]. Am J Cardiol, 2012, 110(7):971-976
- 6 李晓燕, 李正, 谈红, 等. 320 排 CT 冠状动脉成像与冠状动脉造影的影像对比研究[J]. 中华临床医师杂志:电子版, 2010, 4(11):2163-2166
- 7 Kern MJ, Samady H. Current concepts of integrated coronary physiology in the catheterization laboratory[J]. J Am College Cardiol, 2010, 55(3):173-185
- 8 Hlatky MA, Saxena A, Koo BK, *et al.* Projected costs and consequences of computed tomography-determined fractional flow reserve[J]. Clin Cardiol, 2013, 36(12):743-748
- 9 Min JK, Leipsic J, Pencina MJ, *et al.* Diagnostic accuracy of fractional flow reserve from anatomic CT angiography[J]. JAMA, 2012, 308(12):1237-1245
- 10 范国鑫, 骆家晨, 祁小龙, 等. 基于 CT 的血流储备分数研究进展[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2014, 28(8):729-731
- 11 Tonino PA, DeBruyne B, Pijls NHJ, *et al.* Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention[J]. New Engl J Med, 2009, 360(3):213-224
- 12 何继强, 陈方. 冠状动脉 CT 造影的无创血流储备分数(FFR_{CT})在冠心病诊治中的研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2015, 34(3):232-235
- 13 Min JK, Koo BK, Erglis A, *et al.* Effect of image quality on diagnostic accuracy of noninvasive fractional flow reserve: results from the prospective multicenter international DISCOVER- FLOW study[J]. J Cardiovas Comput, 2012, 6(3):191-199

(收稿日期:2016-01-05)

(修回日期:2016-02-03)

(上接第7页)

- 10 姜丽娜, 白鹰. CXCR4/CXCL12 在胃癌及结直肠癌中的研究进展[J]. 医学与哲学, 2014, 3:68-71
- 11 韩翠琴, 杨莹, 马立威, 等. 肿瘤血管生成的分子机制及治疗策略[J]. 医学研究杂志, 2015, 43(2):8-11
- 12 Murakami T, Kawada K, Iwamoto M, *et al.* The role of CXCR3 and CXCR4 in colorectal cancer metastasis[J]. Int J Cancer, 2013, 132(2):276-287
- 13 Ying G, Chunyu L, Min N, *et al.* CXCR4 as a novel predictive biomarker for metastasis and poor prognosis in colorectal cancer[J]. Tumor Biol, 2014, 35(5):4171-4175
- 14 张磊, 孙雪竹, 孙景洲. SDF-1/CXCR4 及 VEGF 在结直肠腺癌中的表达及其意义[J]. 中国免疫学杂志, 2015, 30(5):674-677, 682
- 15 Li XF, Guo XG, Yang YY *et al.* Effect of CXCR4 and CD133 co-expression on the prognosis of patients with stage II-III colon cancer[J]. Asian Pac J Cancer, 2015, 16(1):1074-1076
- 16 Li LN, Jiang KT, Tan P, *et al.* Prognosis and clinicopathology of CXCR4 in colorectal cancer patients: a Meta-analysis[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2015, 16(9):4077-4080
- 17 杨春康, 黄小荣, 应敏刚. SDF-1/CXCR4 对结直肠癌肝转移瘤表

达乙酰肝素酶的影响[J]. 肿瘤防治研究, 2013, 30(9):839-843

- 18 Chang SC, Lin PC, Yang SH, *et al.* SDF-1 alpha G801A polymorphism predicts lymph node metastasis in stage T3 colorectal cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2009, 16(8):2323-2330
- 19 Yopp AC, Shia J, Butte JM, *et al.* CXCR4 expression predicts patient outcome and recurrence patterns after hepatic resection for colorectal liver metastases[J]. Ann Surg Oncol, 2012, 19(3):339-346
- 20 孙燕来, 李增军, 郑燕, 等. CXCR4 和 MMP-9 表达与结直肠癌根治术后早期复发的关系及临床病理意义[J]. 山东大学学报:医学版, 2010, 54(5):108-112
- 21 Kim J, Takeuchi H, Lam ST, *et al.* Chemokine receptor CXCR4 expression in colorectal cancer patients increases the risk for recurrence and for poor survival[J]. J Clin Oncol, 2005, 23(12):2744-2753
- 22 Romain B, Hachet-Haas M, Rohr S, *et al.* Hypoxia differentially regulated CXCR4 and CXCR7 signaling in colon cancer[J]. Mol Cancer, 2014, 13(2):58
- 23 张超峰, 陈大伟, 冷俊, 等. 基质细胞源性因子-1 在结直肠癌患者外周血中表达及其意义[J]. 中华临床医师杂志, 2013, 6(15):7231-7233

(收稿日期:2016-01-08)

(修回日期:2016-01-26)