论著

DOI:10.16016/j.1000-5404.201409054

左冠状动脉主干及其分支间的夹角与左冠状动脉斑块形成的相关性分析

吴渝千,陈 婷,郭大静,方 正,刘 佳 (400010 重庆,重庆医科大学附属第二医院放射科)

[摘要] **目的** 利用冠状动脉(冠脉)CT血管成像(CT angiography, CTA)探讨左冠脉主干(left main coronary artery, LM)、左前降支(left anterior descending branch, LAD)、左回旋支(left circumflex branch, LCX)三者间的夹角与局部斑块形成和分布特征之间的相关性。**方法** 对127例行冠脉CTA检查患者进行回顾性研究,分为正常组44例和左冠脉病变组83例,病变组进一步分为LM组(18例)、近段组(57例)、中远段组(8例)。在重建图像上测量LM、LAD、LCX三者之间的夹角,分析左冠脉夹角与局部斑块形成和分布特征之间的相关性。**结果** 127例患者LM与LAD间的夹角和LAD与LCX夹角(分支角)呈负相关($r=-0.356$, $P<0.05$);LM与LCX间的夹角和分支角也呈负相关($r=-0.662$, $P<0.05$)。近段组分支角(90.9°±20.0°)与正常组(72.7°±16.7°)比较差异有统计学意义($P<0.05$)。近段组LM与LCX夹角(117.8°±16.0°)与正常组(129.5°±15.9°)比较有明显差异($P<0.05$)。LAD近段斑块形成与分支角呈正相关,和LM与LCX夹角呈负相关。当分支角>70°时,左冠脉斑块形成概率将会增加。**结论** 分支角、LM与LCX间夹角均与LAD近段斑块的形成和分布相关,利用多层螺旋CTA能够为左冠脉斑块形成、风险预测及介入治疗术前提供无创、准确、快捷的相关特征信息。

[关键词] 冠脉;CT血管成像;角度;斑块
[中图法分类号] R322.121;R541.4;R821.42 [文献标志码] A

Correlation of intersection angles among left main coronary artery and its branches with formation of atherosclerotic plaques

Wu Yuqian, Chen Ting, Guo Dajing, Fang Zheng, Liu Jia (Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 400010, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the relationship of the intersection angles among left main coronary artery (LM), left anterior descending branch (LAD) and left circumflex branch (LCX) with the formation and distribution of atherosclerotic plaques in the left coronary artery by 320-row computed tomography angiography (CTA). **Methods** A total of 127 patients receiving CTA examinations in our department from January to May 2014 were retrospectively analyzed and divided into a normal group ($n=44$), and a left coronary artery lesion group ($n=83$) which were further divided into 3 sub-groups: an LM group ($n=18$), a proximal group ($n=57$) and a middle and distal group ($n=8$). The intersection angles among LM, LAD and LCX on the reconstructed images were measured, and then the relationships between the intersection angles among LM, LAD and LCX and the formation and distribution of atherosclerotic plaques were analyzed. **Results** In the 127 patients, the intersection angle between LM and LAD was negatively correlated with that (the bifurcation angle) between LAD and LCX ($r=-0.356$, $P<0.05$), and the intersection angle between LM and LCX was also negatively correlated with the bifurcation angle ($r=-0.662$, $P<0.05$). There was significant difference in the bifurcation angle between the proximal group (90.9°±

[通信作者] 陈 婷,电话:(023)63693238, E-mail:691064150@qq.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20141205.1529.065.html(2014-12-02)

20.0°) and the normal group (72.7° ± 16.7°) (P < 0.05), and the intersection angle between LM and LCX had significant difference between the proximal group (117.8° ± 16.0°) and the normal group (129.5° ± 15.9°) (P < 0.05). The formation of plaques at the proximal segment of LAD was positively correlated with the bifurcation angle and negatively correlated with the intersection angle between LM and LCX. When the bifurcation angle was > 70°, the probability of plaque formation at the left coronary artery was increased. **Conclusion** The bifurcation angle and the intersection angle between LM and LCX are correlated with the formation and distribution of the plaques at the proximal segment of LAD, and multi-slice CTA can provide relevant feature information for the left coronary artery plaque formation, risk prediction and preoperative interventional therapy in a non-invasive, accurate and fast manner.

[**Key words**] coronary artery; CT angiography; angle; plaque

Corresponding author: Chen Ting, Tel: 86-23-63693238, E-mail: 691064150@qq.com

冠心病在2012年是全球的第一大死因[1],在我国的发病率也呈逐年上升趋势,早期诊断和评估冠心病事件发生风险具有重要的意义。在各种冠脉斑块形成机制中,冠脉的解剖结构(如动脉分支、角度和管腔大小等)所导致的血流动力学变化与冠脉斑块的形成密切相关[2]。既往研究表明,左前降支(left anterior descending branch, LAD)与左回旋支(left circumflex branch, LCX)的夹角(分支角)与左冠脉的斑块形成具有相关性,分支角越大,将引起高湍流和低剪切力,在左冠脉越易形成斑块[3-4],但对左冠脉主干(left main coronary artery, LM)与其分支间的夹角是否影响左冠脉斑块的形成,目前国内外少见报道。冠脉CT血管成像(CT angiography, CTA)能清晰显示冠脉血管的解剖结构,确定冠脉斑块的位置和分布,及评估斑块的类型和成分[5]。本研究旨在利用冠脉CTA进一步探讨LM与LAD、LCX三者间的夹角与左冠脉斑块形成和分布特征之间的相关性。

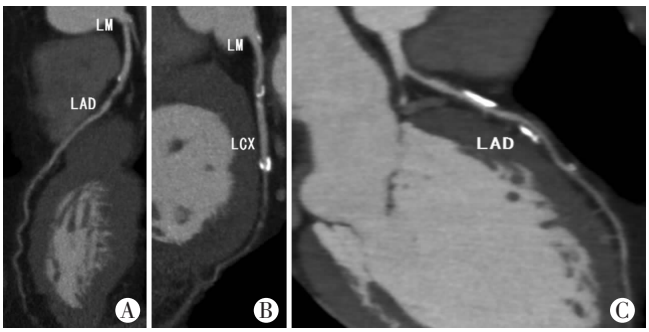
1 资料与方法

1.1 临床资料

对2014年1月至2014年5月我院心内科127例患者进行回顾性研究,其中男性68例,女性59例,门诊35例,住院92例,年龄36~85(62.7±9.7)岁。纳入标准:①临床疑似或诊断冠心病患者;②能顺利完成320排冠脉CTA检查;排除标准:①冠脉支架置入术后;②CTA图像质量差;③左冠脉存在中间支。所有患者均签署知情同意书,本研究经重庆医科大学附属第二医院伦理委员会批准。127例分为正常组44例,和左冠脉病变组83例,该左冠脉病变组进一步分为3个亚组:左主干组18例,在LM存在斑块的患者均纳入该组(图1A、B);近段组57例,在LAD、LCX近段存在斑块,除外LM存在斑块的患者纳入该组(图1C);中远段组8例,只在LAD、LCX中远段存在斑块的患者纳入该组。

1.2 扫描方法

检查前,患者安静休息使心率保持在80/min以下(心率>80/min者,口服倍他洛克减低心率),并严格训练呼吸。检查时,采用仰卧头先进双臂上举体位,使用Toshiba Aquilion ONE 320排容积CT进行扫描,扫描参数:管电压120 kV,管电流400 mA,采用前瞻性心电门控容积扫描模式,应用延迟12 s屏气,触发实时监测扫描,感兴趣区(region of interest, ROI)设定在降主动脉,阈值220 Hu。使用双筒高压注射器,经肘静脉团注非离子型对比剂(碘海醇,350 mg/mL)50 mL,注射速度为5 mL/s,以相同速率续注入50 mL生理盐水。扫描范围从支气管隆突下1 cm至心脏膈面,扫描结束按层厚0.5 mm,层间距0.25 mm进行图像重建。

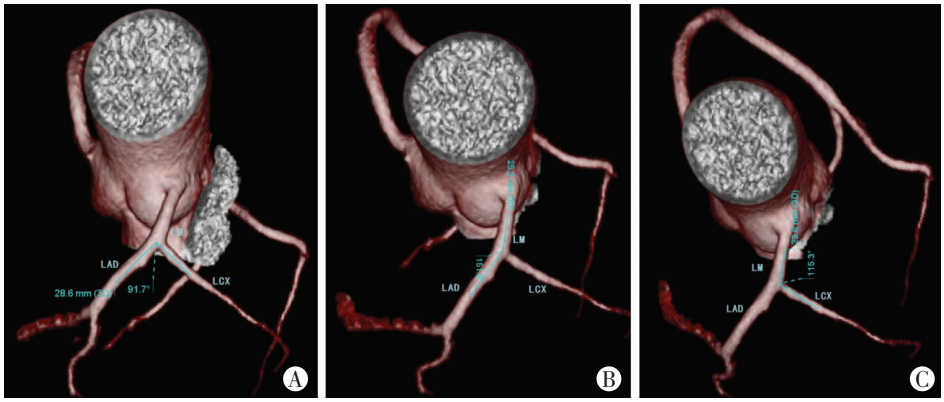


A:LM及LAD近段节段性混合斑块;B:LM节段性钙化斑块,LCX近段局限性钙化斑块;C:LAD近、中段局限性钙化斑块和混合斑块

图1 冠心病患者冠脉CTA曲面重建图像

1.3 CT图像后处理及分析

由2位具有副高职称的放射科医师对图像进行后



A:测量LAD与LCX间夹角为91.7°;B:测量LM与LAD间夹角为151.9°;C:测量LM与LCX间夹角为115.3°

图2 疑似冠心病患者冠脉CTA 3D图像

处理并测量左冠脉血管夹角及评估斑块的分布。使用Vitrea Core图像后处理工作站,进入Cardiac CTA Analysis分析软件,采用三维容积重建(volume rendering,VR)、曲面重建(curved planar reconstruction,CPR)对各支冠状动脉进行血管重建。在重建的3D图像上,测量LM、LAD、LCX三者间的夹角。方法:将相关两支血管放在同一平面,分别测量其夹角(图2),至少进行3次重复测量,取其平均值。参照WTO推荐的美国心脏学会冠脉分段准则[6],将LAD分为3段:近段为左主干末即前降支开口到第1对角支发出处,中段为第1对角支发出处到前降支动脉转角处,远段为前降支动脉转角以下部分。LCX分为2段:近段为从LCX开口到第1钝缘支,远段为第1钝缘支发出处到回旋支动脉终末。

1.4 统计学分析

对所获得的数据均采用SPSS 19.0统计软件进行分析。首先对127例患者的LM与LAD夹角、LM与LCX夹角及分支角进行相关分析,然后将近段组、中远段组的分支角、LM与LAD夹角、LM与LCX夹角的平均值,分别和正常组进行对照,采用独立样本t检验进行比较。

2 结果

2.1 LM、LAD、LCX三者间的夹角的关系

在127例患者中,LM与LAD间的夹角变化小(106.8°~180.0°),LM与LCX间的夹角(70.5°~158.8°)和分支角(37.1°~146.9°)变化大。LM与LAD间的夹角和分支角呈负相关($r=-0.356$,$P<0.05$);LM与LCX间的夹角和分支角也呈负相关($r=-0.662$,$P<0.05$),且LM与LCX间的夹角和分支角的相关性较LM与LAD间的夹角和分支角的相关性密切。随着LM与LAD间的夹角、LM与LCX间的夹角增大,分支角减小,但以LM与LCX间的夹角增大致分支角减小为主(图3)。所以,分支角的增大,是以LM与LCX间的夹角减小为主。

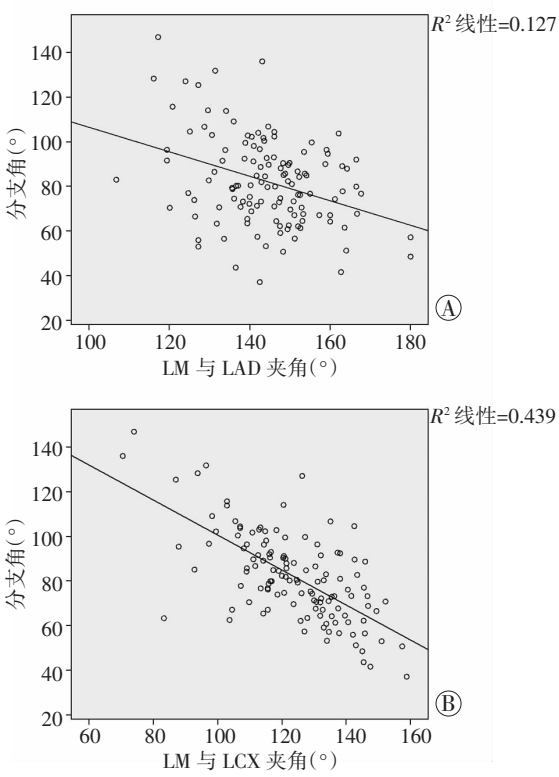


图3 LM与LAD间的夹角(A)、LM与LCX间的夹角(B)分别和分支角的相关性分析

2.2 左冠脉斑块分布与LM、LAD、LCX之间的夹角的相关性

127例患者的LM、LAD、LCX之间的夹角和左冠脉斑块的分布结果见表1。近段组的分支角(90.9°±

20.0°)明显大于正常组[(72.7°±16.7°),$t=-4.856$,$P<0.05$];而近段组的LM与LCX夹角(117.8°±16.0°)明显小于正常组[(129.5°±15.9°),$t=3.641$,$P<0.05$];差异具有统计学意义,即LAD及LCX近段斑块的形成和分支角、LM与LCX夹角相关。从3个夹角间的关系看,由大到小依次为:LM与LAD间的夹角、LM与LCX间的夹角、分支角;从斑块在左冠的分布看,近段组57例,明显多于LM组(18例)和中远段组(8例)。在近段组57例中,累及LAD近段46例(80.7%),累及LCX近段3例(5.3%),LAD和LCX同时受累8例(14.0%),这说明左冠脉斑块主要分布在LAD的近段。

表1 左冠脉分支角、LM与LAD夹角、LM与LCX夹角和左冠脉斑块分布(°,$\bar{x}\pm s$)

组别	例数	分支角	LM与LAD夹角	LM与LCX夹角
正常组	44	72.7±16.7	144.9±13.7	129.5±15.9
LM组	18	82.7±13.9	141.9±11.0	123.2±16.7
近段组	57	90.9±20.0[a]	144.6±13.5	117.8±16.0[a]
中远段组	8	70.3±21.0	144.1±10.2	132.3±16.2

a:$P<0.05$,与正常组比较

2.3 左冠脉斑块的分布特征和分支角的关系

左冠脉斑块的分布特征和分支角的关系见表2。左冠脉分支角变化范围广(范围30°~150°),在50°~110°出现频率最高,当分支角在30°~70°时,正常组所占比例较左冠病变组大;当分支角>70°,左冠病变组明显增多,所占比例较正常组大。随着分支角的增大,左冠脉脉斑块的发生率有逐渐升高的趋势,以近段组最为明显。所以,左冠斑块的形成,特别是LAD近段斑块形成与分支角呈正相关,和LM与LCX夹角呈负相关。

表2 左冠脉斑块的分布特征和分支角的关系[例(%)]

分支角	检查人数	正常组	LM组	近段组	中远段组
30°~	1	1(100.00)	0	0	0
40°~	3	2(66.67)	0	0	1(33.33)
50°~	10	8(80.00)	0	1(10.00)	1(10.00)
60°~	20	12(60.00)	3(15.00)	3(15.00)	2(10.00)
70°~	27	10(37.04)	4(14.82)	12(44.44)	1(3.70)
80°~	24	6(25.00)	6(25.00)	11(45.83)	1(4.17)
90°~	19	2(10.53)	3(15.79)	13(68.42)	1(5.26)
100°~	14	3(21.43)	1(7.14)	9(64.29)	1(7.14)
110°~	3	0	1(33.33)	2(66.67)	0
120°~	3	0	0	3(100.00)	0
130°~	2	0	0	2(100.00)	0
140°~	1	0	0	1(100.00)	0
合计	127	44(34.65)	18(14.17)	57(44.88)	8(6.30)

3 讨论

冠心病是一种由于冠状动脉血管壁增厚和斑块形成而致管腔狭窄的心血管疾病。吸烟、高血脂、高血压、糖尿病等都是被证实了的危险因素,但不能解释左冠脉斑块常常位于分叉口处和分支的近段[7],目前普遍认为这与左冠脉分叉部位特殊的解剖结构所导致的血流动力学改变是相关的,特别是管壁所受低剪切应力的作用是左冠脉分叉处狭窄的关键[2]。在血管分叉处,血液的流动形式由分层的流线运动变为了湍流、涡流,导致主干和分支的外侧壁形成低剪切应力区[8]。低剪切应力引起血管内皮细胞定向排列紊乱,从而导致黏附分子表达增强和细胞连接减弱,对脂质和巨噬细胞渗透率增加,最终形成斑块[9]。

左冠脉粥样硬化病变的发展可以受到LM及其分支间解剖结构的影响,随着近年来影像技术的发展,国内外学者对分支角与左冠脉斑块形成间的关系做了相关研究[3-4],但左主干是被不对称分开的,LM与LAD间的夹角和LM与LCX间的夹角大小存在差异,这是否也影响LAD与LCX前段斑块分布呢?目前国内还少见报道,本研究通过对LM与LAD间的夹角、分支角及LM与LCX间的夹角和斑块形成相关性的研究发现,动脉粥样硬化斑块通常位于LAD和LCX的近段,分支角越大,LAD和LCX近段越容易形成斑块,故LAD和LCX近段斑块形成与分支角呈正相关,这与文献[3-4]研究结果相同。同时,本研究还发现,主要由于LM与LCX间的夹角的减小而引起了分支角的增大,LAD与LCX近段的斑块形成,特别是LAD近段斑块形成,与分支角呈正相关,与LM与LCX间的夹角成负相关,与心脏的冠脉血管的解剖结构关系是分不开的。心脏是一个倒置的圆锥体,左冠脉起自主动脉左窦,走行于心脏表面,与右冠脉一起,为心脏供血。左冠脉由LM、LAD及LCX组成,LM与LAD间夹角、分支角及LM与LCX间的夹角之和必定是大于0°,但由于心脏是一个圆锥体,它们之和又是小于360°的。LAD通常被认为是LM的延续,所以LM与LAD间转折程度较小,LM与LAD间的夹角最大,且变化小,然而LCX走行变化大,造成了LM与LCX间的夹角和分支角变化大,由于3个夹角之和的范围在0°~360°之间,所以随着LM与LAD间的夹角及LM与LCX间的夹角减小,分支角增大,但分支角的增大主要由LM与LCX间的夹角减小造成。

冠脉的解剖结构的形态和分布通过遗传确定[10]，因此可以被认为是一种遗传性因素诱发动脉粥样硬化。Sun等[4]根据冠心病患者分支角平均值而提出的80°作为冠脉疾病的临界值，而本研究结果发现当分支角>70°时，左冠斑块的发生率将逐渐增加，以在LAD近段形成斑块为主。因此，建议以分支角70°作为左冠脉血管病变的临界值，这对预测发生冠脉事件的风险提供了一个参考指标。

目前，临床上对于冠脉分叉病变介入治疗常采用的是“Y”型或“T”型支架，但由于LM与LAD、LCX之间夹角的差异，使得冠脉支架置入还不能完全与血管解剖结构相吻合，从而造成了置入后支架变形[11]，易引起冠脉分叉支架术后再狭窄。本研究对3个夹角关系做了深入解析，由此我们可以借助于320排容积CT的高空间分辨率及强大的后处理技术，制定个体化的支架置入方法，达到支架的精确定位和与血管的高度吻合，从而提高介入治疗分叉病变的成功率。

众所周知，LAD前段较LCX前段更易形成斑块，但本研究还无法说明LM与LAD间的夹角和LM与LCX间的夹角大小的差异，是否造成了LAD与LCX前段斑块分布的差异，需要做进一步研究去评估影响斑块主要分布在LAD前段的潜在因素。

总之，LM、LAD、LCX三者间的夹角作为潜在的血流动力学因素对左冠脉斑块的形成和分布起到一定的影响作用。LM、LAD、LCX三者间的夹角与左冠脉斑块的形成和分布具有相关性，利用多层螺旋CTA极高的时间和空间分辨率以及强大的后处理技术，能够为左冠脉斑块形成、风险预测及介入治疗术前提供无创、准确、快捷的相关特征信息。

参考文献：

[1] Finegold J A, Asaria P, Francis D P. Mortality from ischaemic heart disease by country, region, and age: statistics from World Health Organisation and United Nations [J]. Int J Cardiol, 2013, 168(2): 934-945.

[2] Cecchi E, Giglioli C, Valente S, *et al*. Role of hemodynamic shear stress in cardiovascular disease [J]. Atherosclerosis, 2011, 214(2): 249-256.

[3] Rodriguez-Granillo G A, Rosales M A, Degrossi E, *et al*. Multislice CT coronary angiography for the detection of burden, morphology and distribution of atherosclerotic plaques in the left main bifurcation [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2007, 23(3): 389-392.

[4] Sun Z, Cao Y. Multislice CT angiography assessment of left coronary artery: correlation between bifurcation angle and dimensions and development of coronary artery disease [J]. Eur J Radiol, 2011, 79(2): e90-e95.

[5] 张玉平，李屏，梁金峰，等. 320排动态容积CT冠状动脉成像与冠脉造影对冠心病诊断的对比分析[J]. 第三军医大学学报，2012，34(6)：570-572.

[6] Dodge J T Jr, Brown B G, Bolson E L, *et al*. Intrathoracic spatial location of specified coronary segments on the normal human heart. Applications in quantitative arteriography, assessment of regional risk and contraction, and anatomic display[J]. Circulation, 1988, 78(5 Pt 1): 1167-1180.

[7] Park S J, Park D W. Percutaneous coronary intervention with stent implantation versus coronary artery bypass surgery for treatment of left main coronary artery disease: is it time to change guidelines? [J]. Circ Cardiovasc Interv, 2009, 2(1): 59-68.

[8] Moore J E Jr, Timmins L H, Ladisa J F Jr. Coronary artery bifurcation biomechanics and implications for interventional strategies[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 76(6): 836-843.

[9] Chiu J J, Chen L J, Chen C N, *et al*. A model for studying the effect of shear stress on interactions between vascular endothelial cells and smooth muscle cells [J]. J Biomech, 2004, 37(4): 531-539.

[10] Gazetopoulos N, Ioannidis P J, Karydis C, *et al*. Short left coronary artery trunk as a risk factor in the development of coronary atherosclerosis Pathological study [J]. Br Heart J, 1976, 38(11): 1160-1165.

[11] Mortier P, Holzapfel G A, De-Beule M, *et al*. A novel simulation strategy for stent insertion and deployment in curved coronary bifurcations: comparison of three drug-eluting stents [J]. Ann Biomed Eng, 2010, 38(1): 88-99.

（**收稿**：2014-09-07；**修回**：2014-10-15）

（编辑　王　红）