

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2020.21.016

文章编号: 1005-8982 (2020) 21-0078-05

## 经 640 层容积 CT 评估左冠状动脉解剖结构与左前降支狭窄关系的研究

郝娟, 陈伟志

(锦州医科大学附属第一医院 放射科, 辽宁 锦州 121000)

**摘要:** **目的** 运用 640 层容积 CT 测量结果探讨左冠状动脉解剖结构与左前降支狭窄程度的关系。**方法** 选取锦州医科大学附属第一医院 2018 年 1 月—2019 年 3 月行冠状动脉 CT 血管造影 (CTA) 及冠状动脉造影 (CAG) 的左冠状动脉多发斑块患者 116 例, 测量左主干 (LM) 长度, 左前降支与左回旋支 (LAD-LCX) 夹角, 左主干与左前降支 (LM-LAD) 夹角。根据左前降支 (LAD) 是否显著狭窄分为 LAD 显著狭窄组 (LAD 狭窄  $\geq 50\%$ ) 和 LAD 非显著狭窄组 (LAD 狭窄  $< 50\%$ )。并纳入年龄、性别、高血压、高血糖、高血脂、有吸烟史各临床指标, 分析 LM 长度、各夹角及临床指标与 LAD 狭窄的关系。对差异有统计学意义的因素运用 Logistic 回归模型, 得出独立预测 LAD 显著狭窄的左冠状动脉解剖因素。绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线获得独立预测 LAD 显著狭窄的左冠状动脉解剖因素的临界值。**结果** 单因素分析显示, LAD 显著狭窄组的 LM 长度、LAD-LCX 夹角、LM-LAD 夹角大于 LAD 非显著狭窄组 ( $P < 0.05$ )。Logistic 回归分析显示, LAD 显著狭窄的独立预测因素为 LM 长度 [ $OR = 1.167$  (95% CI: 1.008, 1.350)]、LAD-LCX 夹角 ( $OR = 1.066$  (95% CI: 1.018, 1.115))。LM 长度预测 LAD 显著狭窄的临界值为 10.3 mm、敏感性为 71.20% (95% CI: 0.587, 0.817)、特异性为 66.00% (95% CI: 0.512, 0.788)、曲线下面积 (AUC) 为 0.716 (95% CI: 0.620, 0.810); LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄的临界值为  $80^\circ$ 、敏感性为 66.10% (95% CI: 0.433, 0.683)、特异性为 88.00% (95% CI: 0.757, 0.955)、AUC 为 0.762 (95% CI: 0.680, 0.850)。**结论** 较长的 LM 长度、较大的 LAD-LCX 夹角能用来鉴别冠状动脉粥样硬化性心脏病的风险等级。

**关键词:** 冠状动脉 CT 血管造影; 左前降支狭窄; 左冠状动脉解剖结构; 冠状动脉造影

**中图分类号:** R541.1

**文献标识码:** A

## Relationship between anatomical structure of left coronary and left anterior descending stenosis with 640-slice volume CT

Juan Hao, Wei-zhi Chen

(Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou, Liaoning 121000, China)

**Abstract:** **Objective** To explore the relationship between anatomy of the left coronary artery and LAD stenosis by 640-slice volume CT. **Methods** A total of 116 subjects with multiple left coronary plaque formation who underwent 640-slice volume CT coronary artery CTA and coronary angiography were conducted. The anatomical structure of the left coronary artery (left trunk length, LAD-LCX angle, LM-LAD angle) was measured. It was divided into two groups according to whether there was significant stenosis (coronary angiography), LAD significantly stenosis group (LAD stenosis  $\geq 50\%$ ) and not significantly stenosis group (LAD stenosis  $< 50\%$ ). The relationship among LM length, LAD-LCX angle, LM-LAD angle, age, sex, blood pressure, blood sugar, blood lipid,

收稿日期: 2020-05-13

[通信作者] 陈伟志, E-mail: cghcwz@163.com; Tel: 15084105678

smoking history, and LAD stenosis was analyzed. Logistic regression analysis was used for the above statistically significant factors to obtain the anatomical factors independently predicting significant LAD stenosis. The ROC curve was used to obtain the critical value of anatomical factors. **Results** The lengths of the left trunk and angles in the significant LAD stenosis group were significantly larger than those in the non-significantly LAD stenosis group ( $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis shows that LM length [ $\hat{OR} = 1.167$  (95% CI: 1.008, 1.350)] and LAD-LCX angle [ $\hat{OR} = 1.066$ , (95% CI: 1.018, 1.115)] has significant narrow values to predict LAD. The critical value of LM length, sensitivity, specificity, and area under the ROC curve were 10.3 mm, 71.20% (95% CI: 0.587, 0.817), 66.00% (95% CI: 0.512, 0.788), and 0.716 (0.62, 0.81), respectively. The critical value of LAD-LCX Angle, sensitivity, specificity, and area under the curve were 80°, 66.10% (95% CI: 0.433, 0.683), 88.00% (95% CI: 0.757, 0.955), and 0.762 (0.68, 0.85), respectively. **Conclusion** Long LM length and large LAD-LCX angle can be used to identify the risk level of coronary heart disease (CAD).

**Keywords:** coronary artery computed tomography angiography; left anterior descending branch stenosis; anatomical structure of left coronary; coronary angiography

冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)的发生除受高血压、糖尿病、高血脂、吸烟史等传统危险因素的影响,也受到冠状动脉解剖结构的影响,左冠状动脉分叉处的三维结构对血流动力学有一定的影响<sup>[1]</sup>,产生异常剪切应力,导致冠状动脉斑块形成。近年来,关于左冠状动脉解剖结构与斑块特征、位置的研究相对较多<sup>[2-3]</sup>,而与血管狭窄程度的研究相对较少。本研究主要探讨左主干(left main, LM)长度、左前降支(left anterior descending, LAD)与左回旋支(left circumflex branch, LCX)夹角(LAD-LCX 夹角)、LM-LAD 夹角与 LAD 狭窄的关系。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取锦州医科大学附属第一医院 2018 年 1 月—2019 年 3 月行冠状动脉 CT 血管造影(computed tomographic angiography, CTA)及冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)的左冠状动脉多发斑块患者 116 例。其中,男性 57 例,女性 59 例;年龄 24 ~ 78 岁。测量分析左冠状动脉解剖结构。排除标准:①心脏冠状动脉支架术、心脏冠状动脉旁路移植术、主动脉夹层患者;②心律失常、心肌病、心瓣膜病、心力衰竭、孕妇、严重肝肾功能不全、不能屏气 10 s 以上的呼吸疾病患者,以及碘过敏患者。根据 LAD 是否显著狭窄(基于 CAG)将患者分为 LAD 显著狭窄组(LAD 狭窄  $\geq 50\%$ ), LAD 非显著狭窄组(LAD 狭窄  $< 50\%$ )。

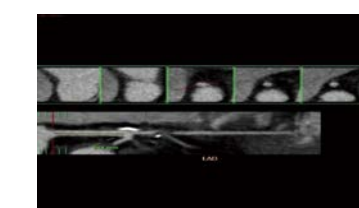
### 1.2 冠状动脉 CTA 检查方法

采用东芝 Aquilion ONE 640 CT(日本东芝公司),在回顾性心电门控技术下行自动触发扫描,扫描监测

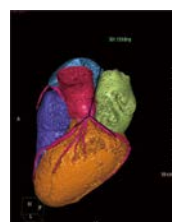
层设在降主动脉层面,触发阈值为 310 HU。扫描范围在气管分叉处至膈下 2 cm。扫描体位为头先进、仰卧位。扫描参数:管电压 120 kV,管电流为 200 mA,重建层厚 0.5 mm,机架旋转速度 0.35 s/r。使用一次性 20 G 肘正中静脉留置针及双筒高压注射器,以 5.0 ml/s 的流率注入对比剂碘佛醇 65 ~ 80 ml,完毕后立即以相同流率注入 40 ml 生理盐水。检查前心率  $> 80$  次/min 的患者口服倍他乐克 25 ~ 50 mg。

### 1.3 左冠状动脉解剖结构测量方法

将原始数据传输至 Philips Portal 工作站进行体积重组、曲面重组后处理,重建冠状动脉血管,由 2 位放射科副主任医师及以上职称人员手动测量重建图像的 LM 长度、LAD-LCX 夹角、LM-LAD 夹角,取平均值。LM 的延长线与 LAD 间的角度定义为 LM-LAD 夹角<sup>[4]</sup>。典型病例见图 1。



A LM 长度



B LAD-LCX 夹角



C LM-LAD 夹角

男性 50 岁, LAD 显著狭窄。

图 1 典型病例冠状动脉 CTA 解剖数据测量图

## 1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用  $t$  检验; 计数资料以例 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 影响因素的分析用多因素 Logistic 回归模型; 绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般临床资料与 LAD 是否显著狭窄的关系

LAD 狭窄  $\geq 50\%$  组与 LAD  $< 50\%$  组的性别构成比、年龄构成、高血压构成, 差异有统计学意义 ( $P <$

$0.05$ ); 糖尿病构成、高脂血症构成、吸烟史构成比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 两组 LM 长度、LAD-LCX 夹角及 LM-LAD 夹角的比较

两组的 LM 长度、LAD-LCX 夹角、LM-LAD 夹角比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), LAD 狭窄  $\geq 50\%$  组数值大于 LAD 狭窄  $< 50\%$  组。见表 2。

### 2.3 LAD 显著狭窄的多因素 Logistic 回归分析结果

以 LAD 是否显著狭窄为因变量, LAD 显著狭窄赋值为 1, LAD 非显著狭窄赋值为 0。LM 长度、LAD-LCX 夹角、LM-LAD 夹角、性别、年龄、高血压为自

表 1 一般资料比较 例 (%)

组别	n	男/女/ 例	年龄				高血压	糖尿病	高脂血症	吸烟史
			$\leq 50$ 岁	$>50 \sim 60$ 岁	$>60 \sim 70$ 岁	$>70$ 岁				
LAD 狭窄 $\geq 50\%$ 组	66	42/24	11 (16.67)	20 (30.30)	27 (40.91)	8 (12.12)	41 (62.12)	14 (21.21)	12 (18.18)	22 (33.33)
LAD 狭窄 $< 50\%$ 组	50	15/35	15 (30.00)	22 (44.00)	11 (22.00)	2 (4.00)	15 (30.00)	5 (10.00)	4 (8.00)	16 (32.00)
$\chi^2$ 值		12.878			21.144		11.755	2.611	0.829	0.414
P 值		0.000			0.000		0.001	0.106	0.362	0.520

表 2 两组 LM 长度、LAD-LCX 夹角及 LM-LAD 夹角的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	LM 长度 / mm	LAD-LCX 夹 角 / ( $^\circ$ )	LM-LAD 夹 角 / ( $^\circ$ )
LAD 狭窄 $\geq 50\%$ 组	66	12.89 $\pm$ 4.29	80.35 $\pm$ 18.97	41.41 $\pm$ 12.33
LAD 狭窄 $< 50\%$ 组	50	9.52 $\pm$ 3.74	64.32 $\pm$ 13.23	35.10 $\pm$ 12.14
t 值		4.428	5.106	2.747
P 值		0.000	0.000	0.007

变量; LM 长度、LAD-LCX 夹角、LM-LAD 夹角数值直接代入模型; 性别为分类变量, 男性赋值为 1、女性赋值为 0; 年龄等级化后纳入模型,  $\leq 50$  岁赋值为 1,  $>50 \sim 60$  赋值为 2,  $>60 \sim 70$  赋值为 3,  $>70$  岁赋值为 4; 高血压为分类变量, 有高血压赋值为 1, 无高血压赋值为 0。经多因素 Logistic 回归分析, 预测 LAD 显著

狭窄的独立预测因子为 LM 长度 [ $\hat{OR}=1.167$  (95% CI: 1.008, 1.350),  $P=0.039$ ]、LAD-LCX 夹角 [ $\hat{OR}=1.066$  (95% CI: 1.018, 1.115),  $P=0.006$ ]、性别 [ $\hat{OR}=5.578$  (95% CI: 1.767, 17.611),  $P=0.003$ ]、高血压 [ $\hat{OR}=4.496$  (95% CI: 1.539, 13.131),  $P=0.006$ ]。见表 3。

### 2.4 LM 长度、LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄的诊断价值

LM 长度预测 LAD 显著狭窄的临界值为 10.3 mm, 敏感性为 71.20% (95% CI: 0.587, 0.817), 特异性为 66.00% (95% CI: 0.512, 0.788), 曲线下面积 (AUC) 为 0.716 (95% CI: 0.620, 0.810); LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄的临界值为  $80^\circ$ , 敏感性为 66.10% (95% CI: 0.433, 0.683)、特异性为 88.00% (95% CI: 0.757, 0.955), AUC 为 0.762 (95% CI: 0.680, 0.850)。见表 4 和图 4。

表 3 LAD 显著狭窄的多因素 Logistic 回归分析参数

因素	$b$	$S_b$	Wald $\chi^2$	$P$ 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
LM 长度	0.154	0.075	4.261	0.039	1.167	1.008	1.350
LAD-LCX 夹角	0.064	0.023	7.526	0.006	1.066	1.018	1.115
LM-LAD 夹角	-0.001	0.025	0.003	0.955	0.999	0.951	1.048
性别	1.719	0.587	8.588	0.003	5.578	1.767	17.611
年龄 $\leq 50$ 岁	-	-	11.174	0.011	-	-	-
>50 ~ 60 岁	-3.865	1.312	8.682	0.003	0.021	0.002	0.274
>60 ~ 70 岁	-2.426	1.100	4.863	0.027	0.088	0.010	0.764
>70 岁	-1.272	1.067	1.421	0.233	0.280	0.035	2.270
高血压	1.503	0.547	7.556	0.006	4.496	1.539	13.131
常量	-5.260	1.727	9.280	0.002	0.005	-	-

注:  $\leq 50$  岁缺数据是因为两组间  $\leq 50$  岁人数相差太少。

表 4 LM 长度、LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄的诊断价值参数

因素	临界值	敏感性 /%	特异性 /%	AUC	$P$ 值	$\hat{OR}$	95% CI	
							下限	上限
LM 长度	10.3 mm	71.20	66.00	0.716	0.000	4.802	2.176	10.595
LAD-LCX 夹角	80°	66.10	88.00	0.762	0.000	18.140	6.635	49.593

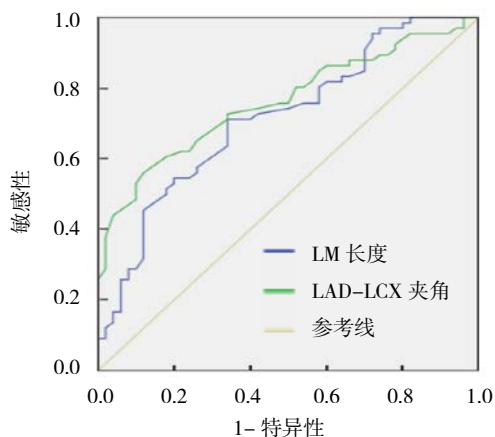


图 2 LM 长度、LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄的 ROC 曲线

### 3 讨论

CAG 作为判断冠状动脉狭窄程度的金标准<sup>[5]</sup>, 为有创检查, 对早期检测易损斑块缺乏敏感性和特异性。冠状动脉 CTA 二维图像上直接测量管腔狭窄程度可能因为大量斑块的形成造成较大的误差, 敏感性和特异性较低。冠状动脉 CTA 后处理技术能直观清晰显示冠状动脉解剖结构及相关的粥样硬化斑块<sup>[6]</sup>, 三维

测量左冠状动脉解剖结构克服传统二维分析的局限性, 提高了冠状动脉 CTA 的诊断价值。

本研究显示 LM 越长, LAD 越易狭窄, 与刘晓蓓等<sup>[2]</sup>的研究证实 LM 越长, 夹角区越易形成斑块相一致, 并且本研究从绘制的 ROC 曲线进一步得出 LM 长度预测 LAD 显著狭窄的临界值约 10.3 mm。左冠状动脉内血液在入口处有一定的速度和压力, 流动过程中 LM 管腔内血流速度逐渐减低, 于分叉处形成血流停滞区, 此处摩擦力减小, 剪切应力小; LM 管腔内压力在血流过程中逐渐减小, LM 越长, LM 远端分叉处压力越小, 分叉处剪切应力就相应越小。

本研究可知 LAD-LCX 夹角预测 LAD 显著狭窄, 其临界值约 80°, 吴渝千等<sup>[3]</sup>、刘晓蓓等<sup>[7]</sup>所研究的 LAD-LCX 夹角预测左冠状动脉发生病变的临界值分别约 70°、80°。临界值不同的原因可能是吴渝千等研究的范围仅是 LAD 近段。较大的分叉角与较高的湍流和较低的剪切应力有关<sup>[8]</sup>, 较大的 LAD-LCX 夹角通过改变剪切应力, 引起血流动力学发生变化, 进而诱导冠状动脉系统形成斑块<sup>[9]</sup>。LAD-LCX 夹角越大, 夹角区剪切应力越小<sup>[10]</sup>。

LM 长度较长、LAD-LCX 夹角较大均导致低剪切



应力。低剪切应力可刺激多种血管活性物质的释放,提高多种酶的活性,促进血管内皮细胞内蛋白磷酸化,使转录因子活化,进而使血管内皮细胞活性增强,表现为氧化应激,一氧化氮生成减少和促炎作用增强<sup>[11]</sup>,炎症细胞的聚集及炎症介质的生成,进一步促进动脉粥样斑块形成、破裂,以及血栓形成。

本研究多因素回归分析证实 LM-LAD 夹角不是预测 LAD 显著狭窄的独立因素, CUI 等<sup>[12]</sup>也认为 LM-LAD 夹角与 LAD 显著狭窄无关。而其他一些学者<sup>[4, 13-15]</sup>认为, LM-LAD 夹角弯曲是 LAD 低剪切应力的预测因子, LM-LAD 夹角与冠状动脉钙化积分有相关性, LM-LAD 预测冠状动脉支架术后支架内再狭窄的夹角临界值约 34°。该结果不同的原因可能是: ① LM-LAD 夹角的定义不同。部分研究者直接测量 LM-LAD 夹角,部分研究者以 LM 延长线与 LAD 夹角为 LM-LAD 夹角; ② LAD 狭窄的位置不同。LAD 粥样硬化的位置不同,剪切应力的大小也随着不同,进而导致夹角的大小也不相同。因此, LM-LAD 夹角对 LAD 狭窄的评价还有待进一步研究证实。

本研究的局限性: 由于 CAG 为有创检查,本研究未招募志愿者,本研究纳入患者均为左冠状动脉斑块形成者,多数患者斑块较多,这对研究有一定程度的影响。本研究未对 LAD 进行分段研究,且对显著狭窄组患者未按照狭窄程度进一步分组分析,不同段的 LAD 狭窄、LAD 中重度狭窄均可能对本研究造成影响。本研究为单中心样本研究,有待后期增加样本量进一步证实研究结论。

总之, LM 长度  $\geq 10.3$  mm、LAD-LCX 夹角  $\geq 80^\circ$  可以为临床早期鉴别冠状动脉粥样硬化性心脏病风险等级提供一定的参考依据。

#### 参 考 文 献:

- [1] WENTZEL J J, CHATZIZISIS Y S, GIJSEN F J H, et al. Endothelial shear stress in the evolution of coronary atherosclerotic plaque and vascular remodelling: current understanding and remaining questions[J]. *Cardiovasc Res*, 2012, 96(2): 234-243.
- [2] 刘晓蓓,潘存雪,刘文亚. 新疆汉族、维吾尔族左冠状动脉分叉夹角及左主干长度与夹角区动脉粥样硬化的 MSCT 相关性研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2018, 36(2): 158-161.
- [3] 吴淦千,陈婷,郭大静,等. 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[J]. *第三军医大学学报*, 2015, 37(4): 366-370.
- [4] MOON S H, BYUN J H, KIM J W, et al. Clinical usefulness of the angle between left main coronary artery and left anterior descending coronary artery for the evaluation of obstructive coronary artery disease[J]. *PLoS One*, 2018, 13(9): e0202249.
- [5] NOH D W, KIM S. Associations between coronary artery stenosis detected by coronary computed tomography angiography and the characteristics of health checkup examinees in the Republic of Korea[J]. *Radiography(Lond)*, 2020, 26(1): 22-26.
- [6] 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.
- [7] 刘晓蓓,潘存雪,刘文亚. 左冠状动脉前降支与回旋支夹角大于 80° 与夹角近段动脉粥样硬化的相关性[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(7): 642-646.
- [8] TEMOV K, SUN Z H. Coronary computed tomography angiography investigation of the association between left main coronary artery bifurcation angle and risk factors of coronary artery disease[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2016, 32(Suppl 1): 129-137.
- [9] PINHO N, CASTRO C F, ANTÓNIO C C, et al. Correlation between geometric parameters of the left coronary artery and hemodynamic descriptors of atherosclerosis: FSI and statistical study[J]. *Med Biol Eng Comput*, 2018, 57(3): 715-729.
- [10] JUAN Y H, TSAY P K, SHEN W C, et al. Comparison of the left main coronary bifurcating angle among patients with normal, nonsignificantly and significantly stenosed left coronary arteries[J]. *Scientific Reports*, 2017, 7(1): 1515.
- [11] YURDAGUL A, FINNEY A C, WOOLARD M D, et al. The arterial microenvironment: the where and why of atherosclerosis[J]. *Biochem J*, 2016, 473(10): 1281-1295.
- [12] CUI Y, ZENG W J, YU J, et al. Quantification of left coronary bifurcation angles and plaques by coronary computed tomography angiography for prediction of significant coronary stenosis: a preliminary study with dual-source CT[J]. *PLoS One*, 2017, 12(3): e0174352.
- [13] MALVÈ M, GHARIB A M, YAZDANI S K, et al. Tortuosity of coronary bifurcation as a potential local risk factor for atherosclerosis: CFD steady state study based on in vivo dynamic CT measurements[J]. *Ann Biomed Eng*, 2015, 43(1): 82-93.
- [14] KONISHI T, FUNAYAMA N, YAMAMOTO T, et al. Relationship between left main and left anterior descending arteries bifurcation angle and coronary artery calcium score in chronic kidney disease: A 3-dimensional analysis of coronary computed tomography[J]. *PLoS One*, 2018, 13(6): e0198566.
- [15] KONISHI T, YAMAMOTO T, FUNAYAMA N, et al. Relationship between left coronary artery bifurcation angle and restenosis after stenting of the proximal left anterior descending artery[J]. *Coron Artery Dis*, 2016, 27(6): 449-459.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 郝娟,陈伟志. 经 640 层容积 CT 评估左冠状动脉解剖结构与左前降支狭窄关系的研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(21): 78-82.