

• 心脏介入 Cardiac intervention •

冠状动脉分叉病变的血管内超声虚拟组织学影像特点

梁国庆, 姜铁民, 陈少伯, 张建起, 赵季红

【摘要】 目的 采用血管内超声(IVUS)和血管内超声虚拟组织学(IVUS-VH)检查方法分析冠状动脉分叉处斑块的影像学特点。方法 收集 2006 年 6 月 - 2011 年 10 月行选择性冠状造影检查患者 147 例,用 IVUS 和 IVUS-VH 分析患者冠状动脉分叉近端、远端以及分叉处的对侧和内侧斑块负荷及其组成成分。结果 冠状动脉分叉处血管对侧壁的斑块负荷百分数为 $47\% \pm 14\%$, 大于内侧壁的 $35\% \pm 11\%$, 组间差异有统计学意义($P < 0.01$)。分叉血管对侧壁的钙化成分为 $34\% \pm 31\%$, 亦大于内侧的 $22\% \pm 21\%$, 组间差异有统计学意义($P < 0.01$)。结论 冠状动脉分叉对侧低剪切力血管处动脉粥样硬化斑块负荷重,且动脉粥样硬化斑块中钙化成分比例较高。

【关键词】 动脉粥样硬化; 血管内超声; 冠状动脉分叉病变

中图分类号:R541.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2012)-04-0274-04

The intravascular ultrasonographic virtual histology features of the coronary bifurcation lesions

LIANG Guo-qin, JIANG Tie-min, CHEN Shao-bo, ZHANG Jian-qi, ZHAO Ji-hong. Department of Cardiology, the Affiliated Hospital of Rear Service University of Chinese People's Armed Police, Tianjin 300162, China

Corresponding author: ZHAO Ji-hong, E-mail: lgqwj@126.com

【Abstract】 **Objective** To analyze the morphology and composition of the regional plaque located at the coronary artery bifurcation by using intravascular ultrasound (IVUS) and virtual histology (IVUS-VH) technique. **Methods** Selective coronary angiography was performed in a total of 147 patients during the period from June 2006 to Oct. 2011. The clinical data were collected. By using IVUS and IVUS-VH technique, the segmental plaque burden, together with the composition, located at the proximal, distal segments and bifurcation of the coronary arteries were analyzed. **Results** The relevant data were obtained in all 147 patients. At the coronary bifurcation, the percentage of the opposite vessel wall plaque burden was $(47 \pm 14)\%$, which was higher than that of the medial vessel wall plaque burden $(35 \pm 11)\%$, the difference was statistically significant ($P < 0.01$). In addition, at the coronary bifurcation the calcified contents of the opposite vessel wall plaque was $(34 \pm 31)\%$, which was higher than that of medial vessel wall plaque $(22 \pm 21)\%$, the difference was statistically significant ($P < 0.01$). **Conclusion** The plaque located at the opposite wall of the coronary bifurcation, which is the region with low shear stress, not only exhibits a higher plaque burden, but also has a higher degree of calcification. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 274-277)

【Key words】 atherosclerosis; intravascular ultrasonography; coronary artery bifurcation disease

冠状动脉(冠脉)分叉病变是冠脉中较为常见和复杂的病变之一,占冠脉介入治疗的 15% ~ 20%^[1],冠脉分叉病变的介入治疗因动脉粥样硬化斑块的

移位易导致分支血管急性闭塞,进而形成不良心血管事件,而且其术后再狭窄发生率高于其他位置处的病变,所以冠脉分叉病变的介入治疗最具挑战性。低剪切力是冠脉分叉处形成较大动脉粥样硬化斑块负荷的主要原因,大量研究证明,动脉粥样硬化易发生在血管低剪切力处,如无血管分支处和血

管分叉处的对侧。目前用灰阶血管内超声 (intravascular ultrasound, IVUS) 定量和定性分析冠脉分叉处斑块的研究很多,但是对斑块成分的研究很少,本文在传统灰阶 IVUS 的基础上,用血管内超声虚拟组织学 (intravascular ultrasound virtual histology, IVUS-VH) 的检查方法进一步探讨冠脉分叉近端、远端以及分叉处的对侧和内侧的斑块成分,从而为冠脉分叉病变的介入治疗制定合适的治疗策略提供重要信息。

1 材料与方法

1.1 一般资料

收集 2006 年 6 月 - 2011 年 10 月在我院行选择性冠脉造影后进行 IVUS-VH 检查患者 147 例,其中男 101 例,女 46 例,平均年龄 (59 ± 10) 岁;体重指数 26.8 ± 3.8 ,高血压 88 例,高脂血症 91 例,糖尿病 21 例,吸烟者 29 例,有冠心病家族史者 54 例,冠心病 113 例,急性冠脉综合征 54 例,急性心肌梗死 26 例。剔除了前降支和回旋支近端闭塞或次闭塞病变及严重的左主干狭窄病变合并血流动力学不稳定患者。

1.2 方法

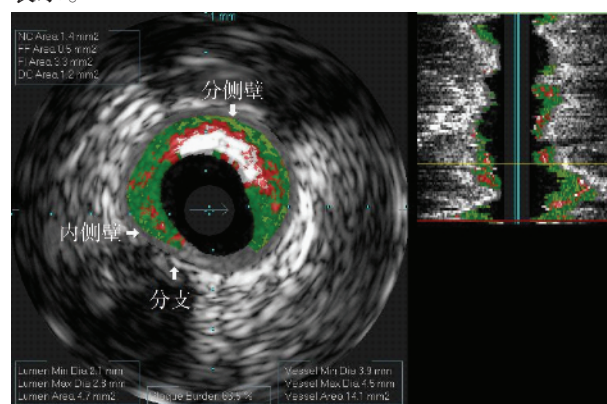
1.2.1 冠脉造影 (coronary angiography, CAG) 应用数字减影血管造影机 (PHILIPS FD10, Siemens Axiom Artis DFC 和 DBA),以股动脉或桡动脉为穿刺路径,穿刺成功后经鞘管内注入肝素 3 000 u,按 Judkins 法将造影管分别送到左、右冠状动脉开口,依次行选择性左和右冠状动脉造影,同步记录造影影像,常规多体位曝光投照。

1.2.2 IVUS-VH 检查 CAG 结束后,静脉内追加肝素 3 000 u,冠脉内注射硝酸甘油 0.2 mg,采用标准的冠脉内介入导管操作技术进行 IVUS-VH 检查。沿 0.014 英寸的导引钢丝导入超声探头 [2.9 F 频率 20 Mhz eagle eye (volcano Corp, Rancho Cordova CA, USA)],超声探头在刚出指引导管头之前,去除探头自身伪影,超声探头越过靶病变后放至靶病变远端,采用自动回撤装置,以 1 mm/s 的恒定速率自动回撤直至超声探头回到指引导管内,并连续记录影像。用 CD-ROM 保存 IVUS-VH 数据,利用 S5 超声系统 (volcano Corp, Rancho Cordova CA, USA) 配的 PCVH2.2 (volcano Corp, Rancho Cordova CA, USA) 软件将射频数据重建为 IVUS-VH 图像,手动校正每一横断面影像边界后,软件自动计算出管腔和斑块的体积以及四种斑块成分的绝对值和相对

值。

1.2.3 血管分叉处分段方法 IVUS 超声探头在主干血管自动回撤,截取分叉病变近端和远端分别 10 mm 的距离作为分析测量目标。分段方法:分叉近端 10 mm 为 S1,分叉远端 10 mm 为 S2,分叉处血管内侧壁为 S3,分叉处血管外侧壁为 S4。

1.2.4 IVUS-VH 检查有关参数定义 根据成像原理将动脉粥样斑块成分分为纤维成分 (fibrous tissue, F; 绿色标记)、纤维脂质成分 (fibro-fatty, FF; 黄色标记)、钙化成分 (dense calcium, DC; 白色标记) 和坏死成分 (necrotic core, NC; 红色标记),见图 1。血管腔体积 (lumen volume, LV) 为残留血管腔的体积;斑块负荷 (plaque volume, PV) 为血管外弹力膜与 LV 之间所包绕的体积,由斑块和血管中膜两部分组成;斑块负荷以百分数 (plaque burden, PB) 表示。



注:纤维成分、纤维脂质成分、坏死成分、钙化成分分别用绿色、黄色、红色和白色表示

图 1 冠状动脉分叉处影像

1.3 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计软件处理数据,计量资料用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血管分叉处近端和远端斑块成分比较

冠脉分叉近端 S1 段内的 PV、LV、F 和 FF 大于分叉远端的 S2 段,组间差异有统计学意义 ($P < 0.01$),但是分叉远端 S2 段内 DC 的成分大于 S1 段,组间差异有统计学意义 ($P < 0.01$),见表 1。

2.3 血管分叉处血管壁对侧和内侧的斑块成分比较

血管壁对侧的 PB 大于内侧壁,血管壁对侧的 PB 和 DC 大于内侧,组间差异有统计学意义 ($P < 0.01$);但血管壁内侧的 F 和 FF 大于血管壁对侧,组间差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。见表 2。

表 1 冠状动脉分叉处血管节段内斑块负荷与成分比较

参数	S1段	S2段
斑块负荷(mm ³)	5.41 ± 2.12 ^a	4.53 ± 1.71
血管腔体积(mm ³)	8.60 ± 3.45 ^a	6.88 ± 2.86
PB(%)	40 ± 10	41 ± 11
F(%)	48 ± 17 ^a	41 ± 22
FF(%)	9 ± 10 ^a	5 ± 8
NC(%)	21 ± 9	22 ± 9
DC(%)	22 ± 21 ^a	33 ± 23

注:PB=斑块负荷百分数,F=纤维成分,FF=纤维脂质成分,NC=坏死成分,DC=钙化成分;a:与 S2 段比较 $P < 0.01$

表 2 冠状动脉分叉处血管内外侧壁斑块负荷与成分比较

参数	S3	S4
PB(%)	35 ± 11 ^a	47 ± 14
F(%)	46 ± 18 ^a	39 ± 25
FF(%)	12 ± 12 ^a	6 ± 8
NC(%)	21 ± 13	21 ± 12
DC(%)	22 ± 21 ^a	34 ± 31

注:PB=斑块负荷百分数,F=纤维成分,FF=纤维脂质成分,NC=坏死成分,DC=钙化成分;a:与 S4 比较 $P < 0.01$ 。

3 讨论

目前 CAG 是诊断冠心病的金标准,然而 CAG 只能判断冠脉的狭窄程度却无法识别斑块的性质。灰阶型 IVUS 不仅能测量冠脉的狭窄程度,同时也能对斑块的成分定性分析,但是传统的灰阶 IVUS 成像是从不同灰度的渐变过程中显示血管和斑块影像,低回声区域的成分难以识别,此外,灰阶 IVUS 虽然能识别斑块内的钙化成分,但是因为钙化后声影的存在却无法识别钙化病变的厚度以及钙化后的组织成分。IVUS-VH 是在传统灰阶 IVUS 基础上兴起的一种新的血管内超声后处理技术,其基本原理是利用反向散射超声射频信号,通过计算机对功率频谱进行比较分析处理,实时重建斑块的组织图像,被称为活体组织学成像^[2-3],斑块的成分用不同颜色区分,其中 F、FF、NC 和 DC 分别用绿色、黄色、红色和白色表示^[4]。

冠脉分叉处及其近端和远端容易导致血液的湍流和滞留,因此对血管壁的早期动脉粥样硬化形成起到重要作用^[5],大量研究证明分叉处对侧的血管壁因低剪切力易形成动脉粥样硬化^[6],从而减少一氧化氮的生物利用度,导致血管内皮的功能下降^[7],除此之外,低剪切力还易于低密度脂蛋白胆固醇的吸收,加速了动脉粥样硬化的进程。本研究通过 IVUS 和 IVUS-VH 的检查方法分析冠脉分叉处的斑块负荷及其组成成分,发现分叉对侧血管壁的斑块负荷重,斑块成分中 DC 较多,而 FF、F 相对较少。

分叉的近端相对于远端,斑块成分以 F、FF 为主,少量的 DC 成分。因此,低剪切力血管处不仅斑块的负荷重,而且斑块成分中含有较高比例的 DC 和较少比例的 FF、F。

既往 IVUS 研究发现冠脉粥样硬化斑块易出现在低剪切力的位置。Rodriguez-Granillo 等^[8]通过前降支血管开口的对侧壁与左主干末端对比研究发现,前降支开口对侧壁的斑块负荷和 DC、NC 的斑块成分高于左主干末端。然而 Valgimigli 等^[9]的研究发现,这种斑块负荷和成分的差别不仅存在于前降支开口的对侧壁,而且还存在于整个前降支近端的血管。然而,本研究通过血管分叉处对侧和内侧的对比研究发现,血管分叉处对侧的斑块负荷和钙化成分明显高于内侧壁,与 Rodriguez-Granillo 等^[8]的研究结果基本一致。van der Giessen 等^[10]通过 64 排螺旋 CT 研究也发现低剪切力血管处斑块的钙化成分高,与本研究结果相似,并且该研究发现冠脉粥样硬化斑块的形成是沿着低剪切力处向高剪切力处的方向发展,然而由于 CT 的空间分辨率比较低,CT 识别斑块中的钙化成分的灵敏度较高,其他斑块成分还不能进行正确的分析判断,因此,此项研究结果还需其他研究进一步验证。

冠脉分叉处经常出现动脉粥样硬化病变,通过传统的冠脉造影可以判断动脉粥样硬化的程度,然而却无法识别其形态,即使多体位摄影也很难正确区分。尽管冠脉分叉病变患者的 SYNTAX 积分并不是太高,然而分叉病变处斑块的形态仍然是冠脉介入治疗成功的重要决定因素之一^[11-12],因此,通过 IVUS-VH 的检查可以进一步帮助我们获得更多冠脉分叉病变的动脉粥样硬化分布及其组成成分,有助于我们在分叉病变的介入治疗中制定合适的治疗策略,这比手术技巧更为重要。然而,本研究的局限性在于只是在冠脉的主干血管进行 IVUS 检查,分支血管没有检查,并且入选的糖尿病患者数相对偏低。

总之,通过本研究发现冠脉分叉低剪切力血管处动脉粥样硬化斑块负荷重,并且冠脉粥样硬化斑块中钙化成分的比例较高,通过 IVUS-VH 检查可以帮助我们冠脉分叉病变的介入诊疗中制定合适的治疗策略。

[参考文献]

- [1] Steigen TK, Maeng M, Wiseth R, et al. Randomized study on

- simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study [J]. *Circulation*, 2006, 114: 1955 - 1961.
- [2] 梁国庆, 陈少伯, 赵季红, 等. 急性冠状动脉综合征患者冠状动脉斑块 IVUS-VH 的影像特点[J]. *临床心血管病杂志*, 2009, 25: 99 - 102.
- [3] 陈少伯, 姜铁民, 梁国庆, 等. 梗死相关动脉粥样斑块的虚拟组织学特点与妊娠相关血浆蛋白 A 的相关性研究[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 14 - 17.
- [4] 梁国庆, 姜铁民, 赵季红, 等. 64 层螺旋 CT 与血管内超声虚拟组织学成像对冠状动脉斑块评估的对比观察[J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25: 229 - 232.
- [5] Weydahl ES, Moore JE. Dynamic curvature strongly affects wall shear rates in a coronary artery bifurcation model[J]. *J Biomech*, 2001, 34: 1189 - 1196.
- [6] Jou LD, van Tyen R, Berger SA, et al. Calculation of the magnetization distribution for fluid flow in curved vessels [J]. *Magn Reson Med*, 1996, 35: 77 - 84.
- [7] Gambillara V, Chambaz C, Montorzi G, et al. Plaque-prone hemodynamics impair endothelial function in pig carotid arteries [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2006, 290: H2320 - H2328.
- [8] Rodriguez-Granillo GA, García-García HM, Wentzel J, et al. Plaque composition and its relationship with acknowledged shear stress patterns in coronary arteries[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47: 884 - 885.
- [9] Valgimigli M, Rodriguez-Granillo A, Garcia-Garcia HM, et al. Plaque composition in the left main stem mimics the distal but not the proximal tract of the left coronary artery [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 49: 23 - 31.
- [10] van der Giessen AG, Wentzel JJ, Meijboom WB, et al. Plaque and shear stress distribution in human coronary bifurcations: a multislice computed tomography study [J]. *Eurointervention*, 2009, 4: 654 - 661.
- [11] Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease[J]. *N Engl J Med*, 2009, 360: 961 - 972.
- [12] Schoenenberger AW, Kobza R, Jamshidi P, et al. Sudden cardiac death in patients with silent myocardial ischemia after myocardial infarction (from the Swiss Interventional Study on Silent Ischemia Type II [SWISSI II])[J]. *Am J Cardiol*, 2009, 104: 158 - 163.
- (收稿日期:2011-12-10)
- (本文编辑:侯虹鲁)