

· 心血管影像学 ·

冠状动脉 CT 血管成像斑块主要成分定量分析对斑块类型的鉴别价值

姚易明, 叶靖, 高慧, 郭晓丽, 王丽娟, 吴晶涛

【摘要】 目的:探讨冠状动脉 CT 血管成像(CCTA)斑块定量分析技术在不稳定性心绞痛(UAP)和稳定性心绞痛(SAP)患者的易损性斑块、稳定性斑块主要成分定量中的价值。**方法:**回顾性连续搜集并分析 41 例心绞痛患者(UAP18 例、SAP23 例)的 320 排 CT 冠状动脉成像(CTA)和冠状动脉造影(CAG)检查结果,并将斑块分为 UAP 易损性斑块(I 组)、UAP 稳定性斑块(II 组)和 SAP 稳定性斑块(III)。三组斑块节段内脂质、纤维、钙化的体积及体积百分比差异的比较采用单因素方差分析,之后的两两比较采用 LSD 检验。采用受试者操作特征(ROC)曲线分析诊断易损性斑块与所有稳定性斑块较好指标的诊断阈值,并计算其对应的敏感度、特异度、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV)。**结果:**共 45 个斑块进行定量分析研究, I 组、II 组、III 组分别为 10 个、9 个、26 个斑块。易损性斑块与两组稳定性斑块在脂质($49.3\% \pm 4.1\%$ vs $31.8\% \pm 6.3\%$ 、 $33.4\% \pm 6.9\%$)和钙化($2.9\% \pm 2.7\%$ vs $13.0\% \pm 11.8\%$ 、 $17.2\% \pm 10.8\%$)百分比差异均具有统计学意义($P < 0.05$),脂质百分比易损性斑块高于稳定性斑块,钙化百分比易损性斑块低于稳定性斑块。易损性斑块与 UAP 稳定性斑块在纤维体积(47.5 ± 14.4 vs 74.7 ± 37.5)差异具有统计学意义($P < 0.05$)。两组稳定性斑块在脂质($31.8\% \pm 6.3\%$ vs $33.4\% \pm 6.9\%$)和钙化($13.0\% \pm 11.8\%$ vs $17.2\% \pm 10.8\%$)百分比上差异均无统计学意义($P > 0.05$)。诊断易损性斑块各项指标中,脂质百分比的 ROC 曲线下面积(AUC)较高,为 0.994,其对应的脂质体积 AUC 为 0.811,基于脂质百分比 ROC 曲线判断易损性斑块与稳定性斑块的分界点为 44.1%,其对应的敏感度、特异度、PPV 和 NPV 分别为 100%、88.5%、71.4%、100%。此外,纤维体积和纤维百分比、钙化体积和钙化百分比仅有低或无诊断价值。**结论:**CCTA 斑块定量分析技术可测量冠状动脉斑块主要成分,为临床提供鉴别斑块类型的依据。

【关键词】 易损性斑块;稳定性斑块;冠状动脉 CT 血管成像;320 排 CT;定量

【中图分类号】 R814.42;R541.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)07-0767-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.07.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Quantitative analysis of main components by coronary CT angiogram of coronary artery plaques YAO

Yi-ming, YE Jing, GAO Hui, et al. Dalian Medical University, Dalian 116044, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of coronary CT angiography (CCTA)-based plaque quantitative analysis in the quantification of vulnerable plaques and stable plaques in patients with unstable angina (UAP) and stable angina (SAP). **Methods:** Data of 320-row CT coronary angiography (CTA) and coronary angiography (CAG) from 41 patients with angina pectoris (UAP18 and SAP23) were retrospectively and continuously collected and analyzed. Plaques were divided into three groups: UAP vulnerable plaque (group I), UAP stable plaque (group II) and SAP stable plaque (group III). The plaque quantitative analysis software was used to quantitatively measure the volume and volume percentage of lipid, fiber and calcification in the plaque segments. One-way ANOVA was used to compare the volume and its percentage differences of lipid, fiber and calcification in the three groups, and LSD tests were used for pair-wise comparisons. The receiver operating characteristic curve (ROC curve) was used to analyze the diagnostic thresholds for the diagnosis of vulnerable plaques and stable plaques, and the corresponding sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV) and negative

作者单位:116044 大连,大连医科大学(姚易明、高慧、郭晓丽);225001 扬州,江苏省苏北人民医院(叶靖、王丽娟、吴晶涛)

作者简介:姚易明(1992-),男,湖北恩施人,硕士研究生,主要从事心血管疾病影像诊断研究工作。

通讯作者:吴晶涛, E-mail: wujingtaodoctor@126.com

prediction value (NPV) were calculated. **Results:** A total of 45 plaques were quantitatively analyzed and studied, with 10 plaques in group I, 9 plaques in group II and 26 plaques in group III. Vulnerable plaques and two groups of stable plaques in lipids ($49.3\% \pm 4.1\%$ vs $31.8\% \pm 6.3\%$, $33.4\% \pm 6.9\%$) and calcification ($2.9\% \pm 2.7\%$ vs $13.0\% \pm 11.8\%$, 17.2% Percentage of $\% \pm 10.8\%$) were statistically significant ($P < 0.05$), the percentage of vulnerable lipid plaque was higher than that of stable plaque, and the percentage of calcified vulnerable plaque was lower than that of stable plaque; the volume of fibers between vulnerable plaques and UAP stable plaques was statistically different (47.5 ± 14.4 vs 74.7 ± 37.5) ($P < 0.05$); there were no significant differences in the percentage of stable plaque between lipids ($31.8\% \pm 6.3\%$ vs $33.4\% \pm 6.9\%$) and calcification ($13.0\% \pm 11.8\%$ vs $17.2\% \pm 10.8\%$) ($P > 0.05$). Among the indicators for the diagnosis of vulnerable plaque, the area under the ROC curve (AUC) of lipid percentage was higher, i. e., the AUC was 0.994; the corresponding lipid volume AUC was 0.811. The vulnerable plaques and stable plaques were judged based on the percentage of lipid ROC curve. The cut-off point of sexual plaque was 44.1%, and its corresponding sensitivity, specificity, PPV and NPV were 1.000, 0.885, 0.714, 1.000, respectively. In addition, the fiber volume and fiber percentage, calcification volume and calcification percentage had only low or no diagnostic value. **Conclusion:** CCTA plaque quantitative analysis technology can be used to measure the main components of coronary plaque, and thus provides clinical basis for plaque identification.

【Key words】 Vulnerable plaque; Stable plaque; Coronary CT angiography; 320-row CT; Quantification

心绞痛可分为不稳定性心绞痛(UAP)和稳定性心绞痛(SAP),其中 UAP 又是急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)的重要组成部分,而 ACS 的发生通常是由于易损性斑块破裂、血栓形成所致。有报道^[1-2],所有类型的具有高血栓并发症和快速进展可能性的动脉粥样硬化斑块(包括有血栓形成倾向、可能快速进展成为肇事斑块的粥样病变)都应被视为易损性斑块,因此可通过观察 UAP 肇事斑块来了解易损性斑块的特征^[1]。目前诊断易损性斑块的“金标准”是血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS),但 IVUS 为有创性检查,且费用较高,故难以广泛普及^[3]。因此,能否简单而有效地鉴别易损性斑块和稳定性斑块是临床和科研工作的重点之一,将对心绞痛患者风险评估、预后判断等具有重要意义。冠状动脉 CT 血管成像(coronary CT angiography, CCTA)斑块定量分析技术不断发展,它提供了一种无创性评价斑块成分并测量相应的指标的方法^[4]。本文旨在运用 CCTA 斑块定量分析技术,对易损性斑块和稳定性斑块主要成分(脂质、纤维、钙化)定量测量,进而为临床提供鉴别斑块类型的影像学依据。

材料与方法

1. 研究对象

回顾性连续搜集本院 2018 年 8 月 15 日—2018 年 10 月 15 日同时行 CCTA 和冠状动脉造影(coronary artery angiography, CAG)检查的 95 例心绞痛患

者的病例资料。纳入标准:同时具有 CCTA 和 CAG 检查结果。排除标准:非冠状动脉粥样硬化性冠心病(包括变异性心绞痛、X 综合征)(37 例)、CCTA 与 CAG 检查时间间隔超过两周(3 例)、支架植入术后或冠状动脉旁路移植术后(5 例)、图像质量差(6 例)、冠状斑块分析处存在严重钙化(3 例)。最终 41 例患者纳入研究,男 29 例,女 12 例,年龄 44~83 岁,平均(66.4 ± 9.3)岁。41 例患者中 UAP 18 例, SAP 23 例。UAP 定义为在运动或休息两周内出现新发或加速的胸部症状,持续时间通常在 20 min 以上,且没有生物标志物释放(肌钙蛋白 cTn 阴性)^[5-6]; SAP 定义为心绞痛发作数周内无显著变化的患者,呈阵发性,持续数分钟^[7]。UAP 和 SAP 在发作期均可在心电图上发现心肌缺血改变(一过性 ST 段压低或 T 波低平)^[5-7]。所有患者均经本院临床医师在患者行心电图、实验室检查等相关检查之后给出诊断。

2. CCTA 检查

采用 Toshiba Aquilion One 320 排 CT 机。采用双筒高压注射器经右侧肘前静脉以 $5.0 \sim 6.0$ mL/s 流率注射对比剂碘克沙醇(320 mg I/mL) $60 \sim 75$ mL,然后以相同流率注射生理盐水 40 mL。采用 Sure Start 软件智能触发扫描,触发点定于扫描野中央层面降主动脉,触发阈值 180 HU。扫描方向为头足方向,扫描范围自气管分叉至膈肌以下水平,扫描参数:120 kV,管电流 550 mA,采用回顾性心电门控方式,全心动周期采集图像,容积数据采集范围为 320 排 $\times$

0.5 mm, 机架转速为每转 350 ms/r。扫描时间 0.35~1.40 s。完成后, 根据图像的质量选定重组 R-R 时相, 经图像重组后, 将重建的清晰图像数据上传到图像处理工作站 (Vitrea Workstation version 4.0.693)。对图像进行多平面重组 (multi-planar reconstruction, MPR)、曲面重组 (curve planar reconstruction, CPR)。斑块分析软件参数设定, 脂质 CT 值设定范围 -100~49 HU (红色), 纤维 CT 值设定范围 50~149 HU (蓝色), 钙化 CT 值设定范围 350~1300 HU (黄色), 对比剂 CT 值设定范围 150~349 HU (绿色) (图 1~3)。

3. CAG 检查

常规穿刺股动脉或桡动脉, 置导管分别至左右冠状动脉及主要分支开口处, 行选择性冠脉造影, 对左冠状动脉和右冠状动脉分别采用多体位投照, 用造影检查辅助软件测量冠状动脉管腔狭窄程度。

4. 参数的获得

以 CAG 为标准, 并结合 CTA 以下特征的判断为 UAP 肇事斑块^[8-9], 并近似看成 UAP 易损性斑块纳入 I 组: ①管腔内充盈缺损 (或血栓); ②边缘游离于管腔的溃疡; ③管腔对比剂滞留; ④夹层; ⑤管壁多处不规则; ⑥或有学者表示, 在患有单一显著狭窄的不稳定型心绞痛患者中, 该病变被认为是肇事病变。根据

Hoffmann 等^[8]的研究, UAP 患者的非肇事斑块和 SAP 患者狭窄程度 >50% 的斑块被分为稳定性斑块。故本研究 UAP 斑块中以最狭窄处非肇事斑块判断为 UAP 稳定性斑块, 纳入 II 组; 以 CAG 为标准, SAP 管腔狭窄最严重处斑块 (即引起症状的首要病变) 为 SAP 稳定性斑块^[8], 纳入 III 组。所有斑块均经过 CAG 结果验证狭窄程度大于 50%。以上处理均由两位有经验得医师独立进行分析, 若意见不一致时, 以共同讨论结果为准。

运用 Vitrea 工作站上的心血管斑块分析软件。

①采用 single 方式进行斑块分析, 在斑块处手动拖动分析节段范围, 每一节段长度为 10 mm (图 1d、2d、3d); ②随后按照上述 CT 预设值自动生成斑块的定量信息 (图 1f、2f、3f); ③分别对 UAP 患者、SAP 患者的三组斑块进行 ①~②操作, 并计算节段内脂肪、纤维、钙化体积及百分比。

5. 统计学分析

所有数据经 SPSS 19.0 软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 三组斑块节段内脂质、纤维、钙化的体积及体积百分比的差异比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 检验。评判易损性斑块与所有稳定性斑块效能, 采用受试者操作特征

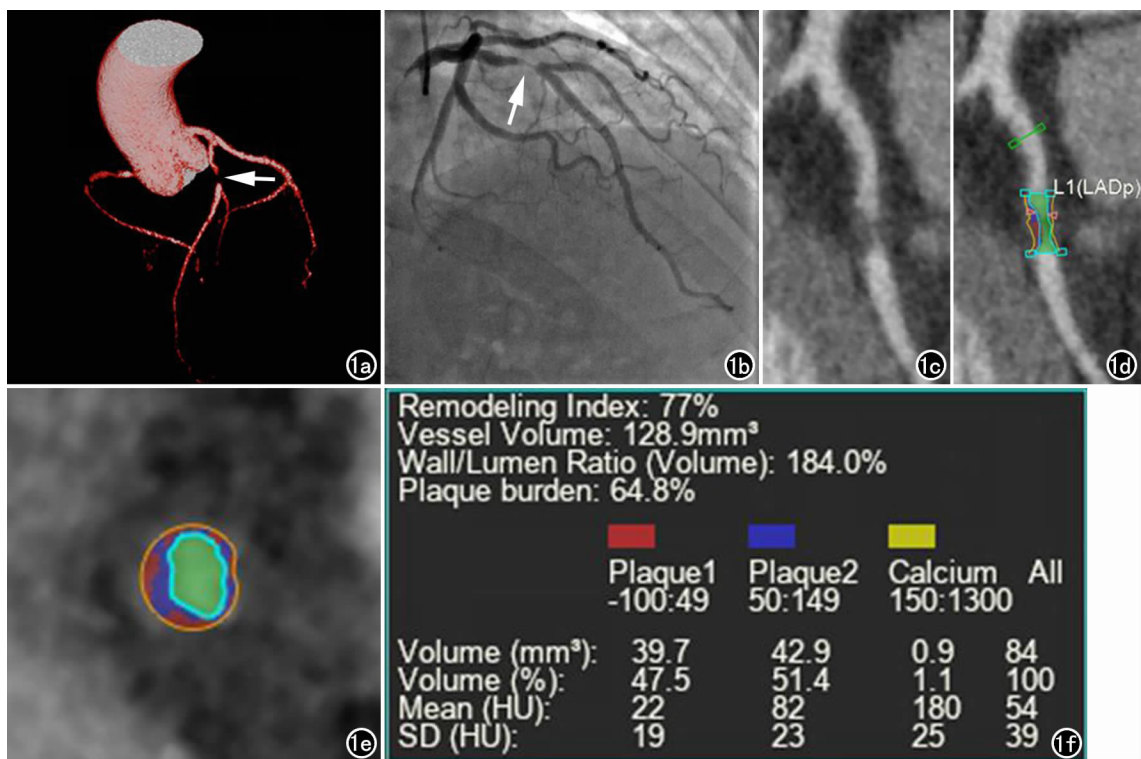


图 1 男, 45 岁, UAP 左前降支近段易损性斑块。a) CTA 检查血管容积再现, 左前降支近段狭窄 (箭); b) CAG 检查, 左前降支近段管腔狭窄程度 90% (箭); c) 血管长轴曲面重建; d) 斑块节段测量长度为 10mm; e) 斑块节段血管截面, 红色代表脂质, 蓝色代表纤维, 黄色代表钙化, 绿色代表管腔, 橙色线、浅蓝色线分别代表血管壁外、内缘; f) 量化分析面板 (脂质、纤维、钙化的体积和百分比分别为 39.7mm³、42.9mm³、0.9mm³、47.5%、51.4%、1.1%)。

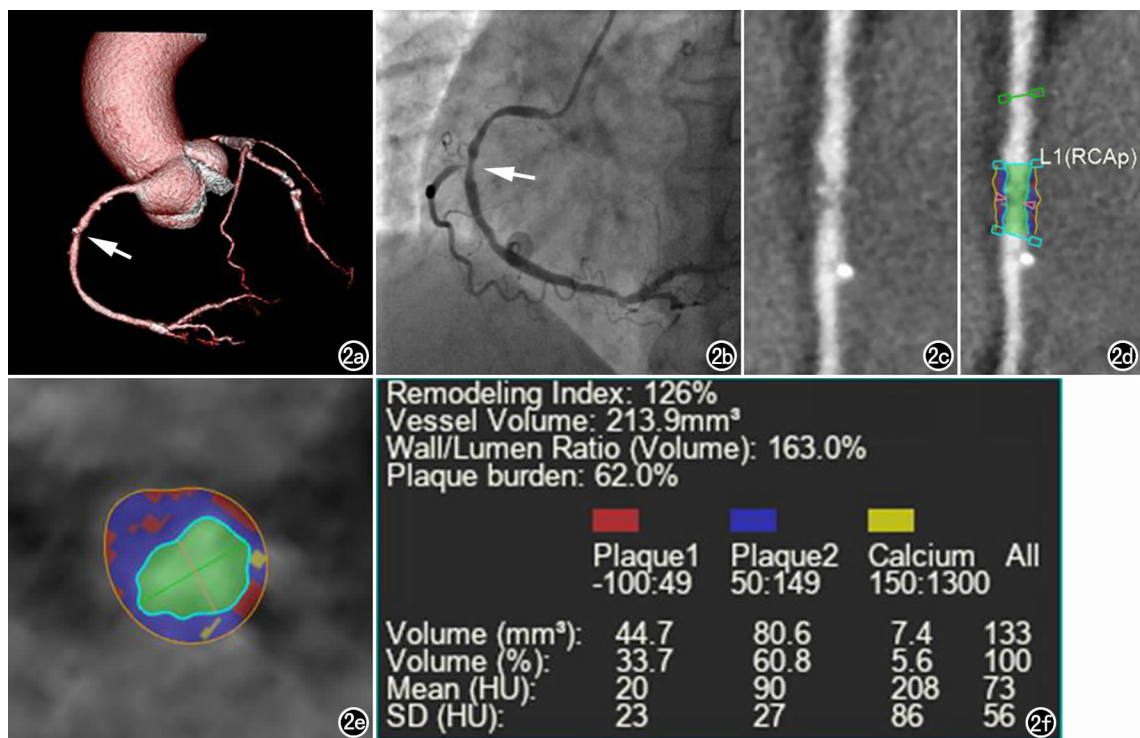


图2 男,72岁,UAP右冠近段稳定性斑块。a)CTA检查血管容积再现,右冠近段狭窄(箭);b)CAG检查,右冠近段管腔狭窄程度80%(箭);c)血管长轴曲面重建;d)斑块节段测量长度为10mm;e)斑块节段血管截面,红色代表脂质,蓝色代表纤维,黄色代表钙化,绿色代表管腔,橙色线、浅蓝色线分别代表血管壁外、内缘;f)量化分析面板(脂质、纤维、钙化的体积、百分比分别为44.7mm³、80.6mm³、7.4mm³、33.7%、60.8%、5.6%)。

(receiver operating characteristic, ROC) 曲线, 计算 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC), 以诊断较好指标临界值计算其对应的敏感度、特异度、阳性预测值 (positive predictive value, PPV) 和阴性预测值 (negative predictive value, NPV)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

41 例患者共有 131 个斑块, 狭窄程度 $\leq 50\%$ 和 $> 50\%$ 的斑块分别为 50 个和 81 个; 其中狭窄程度 $> 50\%$ 的斑块中, 包括 UAP 肇事斑块诊断不明的 5 个、对比剂或血管外脂肪严重干扰图像分析的斑块 3 个 (位于血管分叉处 2 个、血管远段 1 个)、稳定性斑块

中非最狭窄处斑块 UAP 患者 11 个和 SAP 患者 18 个。最终, 共 45 个斑块进行定量分析研究, 它们位于左冠状动脉 25 个、右冠状动脉 13 个、回旋支 7 个, I 组、II 组、III 组分别为 10 个、9 个、26 个斑块。

UAP 易损性斑块、UAP 稳定性斑块和 SAP 稳定性斑块三组纤维百分比差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。三组脂质体积、脂质百分比、纤维体积、钙化体积、钙化百分比差异均有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 1)。易损性斑块与两组稳定性斑块的脂质百分比、钙化体积和钙化百分比差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。易损性斑块脂质百分比高于稳定性斑块、钙化体积和钙化百分比低于稳定性斑块。两组稳定性斑块的脂质百分比、钙化体积和钙化百分比差异无统计学意义

表1 三组斑块在脂质、纤维和钙化的体积及百分比上的方差分析和两两比较

节段内各指标	I 组 (n=10)	II 组 (n=9)	III 组 (n=26)	方差分析		P 值		
				F 值	P 值	I 组 vs II 组	I 组 vs III 组	II 组 vs III 组
脂质体积(mm³)	49.4±15.8	41.3±15.1	29.2±10.0	10.397	0.000	0.170	0.000	0.016
脂质百分比(%)	49.3±4.1	31.8±6.3	33.4±6.9	27.068	0.000	0.000	0.000	0.507
纤维体积(mm³)	47.5±14.4	74.7±37.5	43.9±16.7	6.720	0.003	0.010	0.659	0.001
纤维百分比(%)	47.7±3.0	55.1±10.0	49.3±7.1	2.891	0.067	0.030*	0.540*	0.044*
钙化体积(mm³)	3.4±4.0	15.0±12.2	16.3±11.1	5.845	0.006	0.019	0.002	0.744
钙化百分比(%)	2.9±2.7	13.0±11.8	17.2±10.8	7.511	0.002	0.032	0.000	0.282

注: * 方差分析 P 值大于 0.05, 两两比较的结果失效。

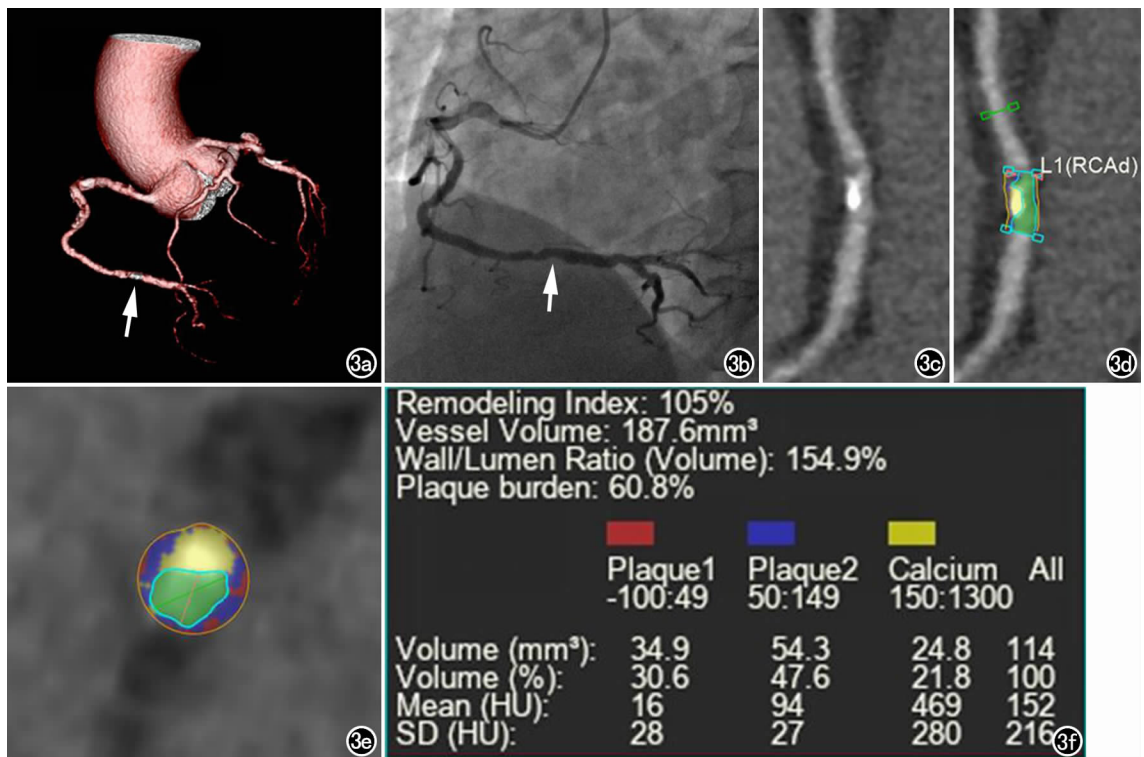


图3 男,63岁,SAP右冠远段稳定性斑块。a)CTA检查血管容积再现,右冠远段狭窄(箭);b)CAG检查,管腔狭窄程度55%(箭);c)血管长轴曲面重建;d)斑块节段测量长度为10mm;e)斑块节段血管截面,红色代表脂质,蓝色代表纤维,黄色代表钙化,绿色代表管腔,橙色线、浅蓝色线分别代表血管壁外、内缘;f)量化分析面板(脂质、纤维、钙化的体积、百分比分别为:34.9mm³、54.3mm³、24.8mm³、30.6%、47.6%、21.8%)。

($P>0.05$)。UAP易损性斑块与UAP稳定性斑块的纤维体积差异具有统计学意义($P<0.05$),两组稳定性斑块的脂质体积和纤维体积差异有统计学意义($P<0.05$),UAP易损性斑块与SAP稳定性斑块的脂质体积差异有统计学意义($P<0.05$)。

诊断易损性斑块各项指标中,脂质百分比的ROC曲线AUC较高,为0.994,脂质体积的AUC为0.811,基于脂质百分比ROC曲线判断易损性斑块与稳定性斑块的分界点为44.1%,其对应敏感度、特异度、PPV和NPV分别为100%、88.5%、71.4%、100%。此外,纤维体积和纤维百分比、钙化体积和钙化百分比的诊断价值较低或无诊断价值(图4)。

讨论

就当前国内外研究来看,冠心病影像学的关注点逐渐从血管狭窄过渡到对斑块定量的研究。斑块定量研究是从量化角度研究斑块,并具有一定的潜力^[10-11]。CCTA斑块定量分析方式包括手动法、半自动法和全自动法三种。手动法即传统人工识别并手动追踪血管轮廓及斑块边界^[12];半自动法指软件自动识别管腔和斑块,只需人工界定斑块首尾两端^[13];全自动就是软

件自动管腔和血管壁轮廓检测并自动狭窄程度及斑块成分分析^[14-15]。本研究采用斑块半自动定量分析方式对UAP和SAP的三组斑块主要成分定量测量并分析其差异,试图运用CCTA斑块定量分析技术来寻找鉴别不同类型斑块的方法。

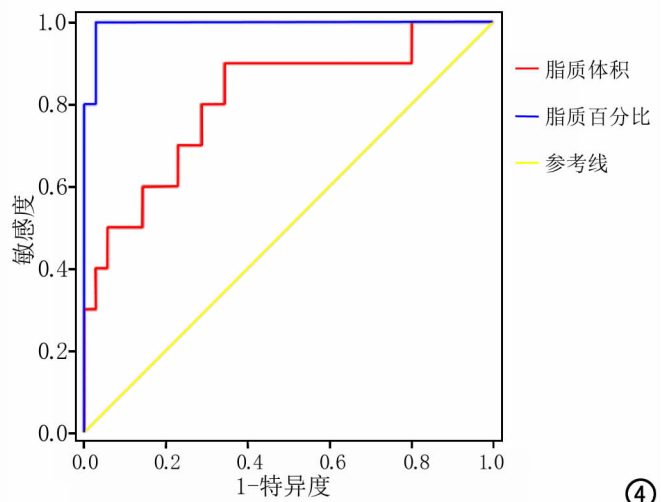


图4 诊断易损性斑块较好指标ROC曲线。节段内脂质体积AUC=0.811,节段内脂质百分比AUC=0.994。

为保证研究结果的准确性,本研究采用了 CCTA 和 CAG 的双重检查结果。CCTA 多平面重组功能能够可视化显示管腔和管壁的结构,它既可以清晰显示斑块的位置,又提供了关于冠脉斑块的诸多额外信息如斑块形态学特点、重塑指数等,多项研究表明这些信息对斑块的定性有一定帮助^[1,14,16]。本研究,根据肇事斑块和稳定性斑块的不同 CTA 表现,结合患者心绞痛的病史对斑块进行分组,充分利用了 CCTA 容积成像的优势。然而,对斑块狭窄程度的判断目前仍以 CAG 为准,关于心绞痛的指南^[7]指出,有创的血管造影仍是冠脉斑块所致心绞痛的最精确检查方法。本研究所有斑块均经 CAG 结果验证狭窄程度大于 50%,排除了狭窄程度太小的斑块,因为这些斑块是否引起心绞痛并不明确,而心肌缺血的客观证据之一就是 CAG 显示冠脉狭窄 $>50\%$ ^[8]。故本研究中斑块经过 CCTA 和 CAG 的双重检验后,增加了对斑块诊断的准确性。

脂质核心的大小也是易损性斑块的重要预测因子^[16]。较多脂质积聚的危险性在于使得斑块稳定性减低^[17-19],原因是血管具有正性重塑特点,导致易损性斑块通常体积很大,斑块局部剪切力、轴向应力增加,加之纤维帽变薄;其次,存在于核心中的脂质颗粒经过酶促修饰、被氧化,并引发促炎介质的释放,亦增加斑块的进展;最后,深处病变易发生缺氧,导致坏死脂质核心的形成和新生血管生成,斑块易发生渗漏和内出血,导致斑块的不稳定性,从而容易发生斑块破裂。因此,对斑块脂质占比定量测量尤为重要。本研究中,肇事病变处易损性斑块脂质占比均高于两组稳定性斑块,易损性斑块脂质百分比 $>44.1\%$,均值 $(49.3 \pm 4.1)\%$,与朱飞鹏等^[3]研究结果易损性斑块脂质百分比 $(43.82 \pm 14.74)\%$ 大致相仿。诊断易损性斑块各项指标中,脂质所占百分比的 ROC 曲线 AUC 较高,为 0.994。基于脂质百分比 ROC 曲线判断易损性斑块与稳定性斑块的分界点为 44.1%,其对应敏感度、特异度、PPV 和 NPV 分别为 100%、88.5%、71.4%、100%。脂质所占百分比 ROC 曲线 AUC 较高,主要原因是易损性斑块含有大的脂质核心^[16]。

另外本研究显示,两组稳定性斑块在脂质和钙化百分比上差异无统计学意义,与朱飞鹏等^[3]研究结果一致。其次,方差分析结果显示,三组仅在纤维百分比上无显著性差异($P>0.05$),而在纤维体积上差异具有统计学意义($P<0.05$),造成这种差异的原因可能与本研究样本量太少有关。之后的两两比较发现 UAP 易损性斑块纤维体积低于 UAP 稳定性斑块($P<0.05$),分析其原因,一是易损性斑块有较多脂质成分,二是 UAP 稳定性斑块组包含了纤维斑块,其临

床意义为非钙化斑块中纤维斑块仅靠传统 CCTA 检查难以辨别^[12],但以成分定量的方式可能得到有效检测。最后需要指出的是,关于 CT 上冠脉斑块的成分分析,目前确认的还是钙化与非钙化斑块,CCTA 斑块定量分析技术现处于不成熟的阶段。近年来随着高排 CT 的运用和相关斑块分析软件的开发,我们相信此技术有着良好运用前景,国内外学者如 Graaf 等^[14]、朱飞鹏等^[3]的研究和本研究等便是很好的例证。

本研究不足:样本量较少;未获得组织学活检或采用 IVUS 作为“金标准”直接证实冠脉斑块组织学成分;CCTA 检查中存在斑块与血管壁的 CT 值重叠、部分容积效应影响;易损性斑块来自肇事病变处,可能与非肇事病变处易损性斑块存在差异。笔者今后将扩大样本量,并把 IVUS 作为验证,以及增加非肇事病变处易损性斑块做进一步研究。

综上所述,在 UAP 和 SAP 的三组斑块的成分定量分析中,UAP 易损性斑块的脂质成分大于两组稳定性斑块,而其纤维成分低于 UAP 稳定性斑块;UAP 易损性斑块的脂质占比 $>44.1\%$ 。总之,CCTA 斑块定量分析技术可用于冠状动脉斑块主要成分的测量,进而为临床提供鉴别斑块类型的依据,然而该技术仍存在不确定之处,需要后续大量研究来完善。

参考文献:

- [1] 齐琳,毛定颺,滑炎卿.急性冠脉综合征肇事斑块的 CT 特征[J].放射学实践,2012,27(11):1164-1167.
- [2] 沈洁云,王忠敏,陈克敏.冠状动脉斑块的 CT 血管造影评价[J].中国医学计算机成像杂志,2016,22(1):97-100.
- [3] 朱飞鹏,王璟,路莉,等.冠状动脉粥样硬化斑块成份的 CT 定量研究[J].放射学实践,2012,21(11):1213-1216.
- [4] 窦冠华,杨俊杰,单冬凯,等.冠状动脉 CT 血管成像定量分析在诊断冠状动脉血流动力学异常中的价值[J].中华放射学杂志,2018,52(9):660-667.
- [5] Fracassi F, Crea F, Sugiyama T, et al. Healed culprit plaques in patients with acute coronary syndromes[J]. J Am Coll Cardiol, 2019,73(18):2253-2263.
- [6] 中国医师协会急诊医师分会,中华医学会心血管病学分会,中华医学会检验医学分会.急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南[J].中华急诊医学杂志,2016,25(4):397-404.
- [7] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会.慢性稳定性心绞痛诊断与治疗指南[J].中华心血管病杂志,2007,35(3):195-206.
- [8] 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 lesions in stable angina by multidetector computed tomography[J]. J Am Coll Cardiol, 2006,47(8):1655-1662.
- [9] 赵莉芳,廖鹏翥,缪培智,等.64 排螺旋 CT 检测冠状动脉罪犯病变积分对急性冠脉综合征的诊断价值[J].介入放射学杂志,2012,21(6):456-460.

- [10] Dey D, Schepis T, Marwan M, et al. Automated three-dimensional quantification of noncalcified coronary plaque from coronary CT angiography: comparison with intravascular US[J]. Radiology, 2010, 257(2): 516-522.
- [11] 周迎, 田峰, 陈韵岱. 冠状动脉易损斑块的影像学研究进展[J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(4): 367-370.
- [12] Petranovic M, Soni A, Bezzera H, et al. Assessment of nonstenotic coronary lesions by 64-slice multidetector computed tomography in comparison to intravascular ultrasound: evaluation of nonculprit coronary lesions[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2009, 3(1): 24-31.
- [13] 李震南, 侯志辉, 刘坤, 等. CT 冠状动脉成像半自动化测量非钙化斑块的可重复性研究[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2016, 10(13): 2010-2014.
- [14] de Graaf MA, Broersen A, Kitslaar PH, et al. Automatic quantification and characterization of coronary atherosclerosis with computed tomography coronary angiography: cross-correlation with intravascular ultrasound virtual histology[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2013, 29(5): 1177-1190.
- [15] Boogers MJ, Broersen A, van Velzen JE, et al. Automated quantification of coronary plaque with computed tomography: comparison with intravascular ultrasound using a dedicated registration algorithm for fusion-based quantification[J]. Eur Heart J, 2012, 33(8): 1007-1016.
- [16] Small GR, Chow BJW. CT imaging of the vulnerable plaque[J]. Curr Treat Options Cardiovasc Med, 2017, 19(12): 92.
- [17] Papaioannou TG, Kalantzis C, Katsianos E, et al. Personalized assessment of the coronary atherosclerotic arteries by intravascular ultrasound imaging: hunting the vulnerable plaque[J]. J Pers Med, 2019, 9(1): 8.
- [18] Stefanadis C, Antoniou CK, Tsiachris D, et al. Coronary atherosclerotic vulnerable plaque: current perspectives[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(3): e005543.
- [19] Laimoud M, Faris F, Elghawaby H. Coronary atherosclerotic plaque vulnerability rather than stenosis predisposes to non-ST elevation acute coronary syndromes[J]. Cardiol Res Pract, 2019, 2019: 2642740.

(收稿日期: 2019-01-25 修回日期: 2019-05-27)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目, 该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材, 杂志在刊载答案的同时配发专家点评, 以帮助影像医生更好地理解相关影像知识, 提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿, 并积极参与《请您诊断》有奖活动, 稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求: ①来稿分两部分刊出, 第一部分为病例资料和图片; 第二部分为全文, 即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等); ②来稿应提供详细的病例资料, 包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料; ③来稿应提供具有典型性、代表性的图片, 包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料, 或某一检查方法的详细图片, 如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料, 最好附上病理图片), 每帧图片均需详细的图片说明, 包括扫描参数、序列、征象等, 病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页, 第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页, 如第一部分问题在 1 期杂志正文首页, 第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持: 石鹤 联系电话: 027-69378385 15926283035