

论 著

冠状动脉CTA多参数在冠心病诊断及PCI术后MACE预测中的应用*

谷奇峰 李小明 鲁 瑛*
唐山市中医医院放射科 (河北唐山 063000)

【摘要】目的 分析冠状动脉电子计算机断层扫描血管造影(CTA)多参数在冠心病(CHD)诊断及经皮冠状动脉介入(PCI)术后主要心血管不良事件(MACE)预测中的应用价值。**方法** 选取本院80例疑似CHD患者,均行冠状动脉CTA与冠状动脉造影(CAG)检查,以CAG结果为“金标准”,分析冠状动脉CTA对CHD诊断准确率,根据CHD患者PCI术后MACE情况,分为MACE组与非MACE组,比较两组冠状动脉CTA参数[斑块总体积(TPV)、病变长、钙化斑块体积(CPV)、非CPV以及斑块负荷],绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析CTA参数对MACE预测效能。**结果** CTA诊断CHD敏感度93.85%,特异度86.67%,准确率92.50%,Kappa值0.77;MACE组TPV、病变长、非CPV、斑块负荷明显大于非MACE组($P<0.05$),CPV明显小于非MACE组($P<0.05$);TPV、病变长、CPV、非CPV、斑块负荷及联合预测MACE AUC分别为0.774、0.830、0.776、0.696、0.871、0.959,联合预测AUC最大,预测敏感度93.80%,特异度91.77%。**结论** 冠状动脉CTA诊断CHD准确率高,CTA多参数联合对PCI术后MACE具有较高预测效能。

【关键词】 电子计算机断层扫描血管造影; 冠心病; 主要心血管不良事件; 预测

【中图分类号】 R541.4

【文献标识码】 A

【基金项目】 河北省医学科学研究
重点课题(20181261)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.024

Application of Multi-parameter Coronary CTA in the Diagnosis of Coronary Heart Disease and the Prediction of MACE after PCI*

GU Qi-feng, LI Xiao-ming, LU Ying*

Department of Radiology, Tangshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Tangshan 063000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application value of multi-parameter coronary computed tomography angiography (CTA) in the diagnosis of coronary heart disease (CHD) and the prediction of major adverse cardiovascular events (MACE) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 80 patients who were suspected of CHD and underwent coronary CTA and coronary angiography (CAG) were included in the study. CAG results were taken as the gold standard to analyze the accuracy of coronary CTA in diagnosing CHD. According to the presence/absence of MACE after PCI, patients with CHD were divided into MACE group and non-MACE group. Coronary CTA parameters [total plaque volume (TPV), length of lesion, calcified plaque volume (CPV), non-CPV and plaque load] of the two groups were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to analyze the predictive efficacy of CTA parameters for MACE. **Results** The sensitivity, specificity, accuracy and Kappa value of CTA for diagnosing CHD were 93.85%, 86.67%, 92.50% and 0.77, respectively. TPV, length of lesion, non-CPV and plaque load of the MACE group were significantly larger than those of the non-MACE group ($P<0.05$). CPV was significantly smaller than that of the non-MACE group ($P<0.05$). The AUC values of TPV, length of lesion, CPV, non-CPV, plaque load, and their combination for predicting MACE were 0.774, 0.830, 0.776, 0.696, 0.871, and 0.959, respectively. The AUC of combined prediction was the largest. The sensitivity and specificity were 93.80% and 91.77%. **Conclusion** Coronary CTA is accurate in diagnosing CHD. The combination of multiple parameters of CTA is efficient for predicting MACE after PCI.

Keywords: Computed Tomography Angiography; Coronary Heart Disease; Major Adverse Cardiovascular Event; Prediction

冠心病(CHD)主要为冠脉狭窄或闭塞引起的心脏病,患者以骤发心前区痛、压榨痛以及发作性绞痛等为临床常见症状,严重损害到生命质量,且存在严重并发症风险,比如心力衰竭、心肌梗死以及心律失常等^[1-3]。CHD属于全球中老年群体高发心血管疾病,以往研究表明,全球范围内CHD发病率高达14.4%左右,为造成我国人口死亡第2大病^[4-5]。CHD早期诊断以及预防是现今临床重点关注的问题。尽管冠状动脉造影(CAG)为CHD诊断“金标准”,然而其有创检查手段,且价格较高,限制了其广泛应用。电子计算机断层扫描血管造影(CTA)属于新型无创检查技术,对比度分辨率以及时间分辨率均非常高,能够准确呈现冠脉狭窄程度,鉴别管壁斑块特征,于CHD诊治上表现出良好应用前景。经皮冠状动脉介入(PCI)术为治疗CHD主要方式,但术后存在较高主要心血管不良事件(MACE)风险,将对患者预后造成严重影响^[6]。寻找MACE有效预测方式具有重要意义。CTA参数用于CHD PCI术后MACE评估的价值尚未完全明确。基于此,本文探究了冠状动脉CTA多参数在CHD诊断及PCI术后MACE预测中的应用价值,以期临床提供一定参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2021年1月至2023年8月80例疑似CHD病例。

纳入标准:(1)存在典型CHD表现,比如呼吸短促、心绞痛以及胸部压迫等;(2)≥18岁;(3)初诊病例;(4)CAG检查前接受冠状动脉CTA(间隔≤3个月),资料完整;(5)精神及意识正常,签署知情同意书。排除标准:(1)合并其他严重脏器疾病、脑血管疾病等;(2)合并出血、感染以及电解质紊乱等;(3)心力衰竭、先心病、心律失常、心源性休克、妊娠、哺乳期、恶性肿瘤及过敏体质者;(4)合并免疫系统、呼吸系统或者血液系统疾病;(5)近期接受过心脏手术。研究符合《赫尔辛基宣言》原则。包括男48例,女32例,年龄范围35~74岁,平均(59.48±10.16)岁。

1.2 方法 冠状动脉CTA:嘱受检者将胸部所有异物摘除后,平躺在扫描床上,采取64排128层螺旋CT机(厂家:飞利浦公司)完成CTA过程。相关扫描参数如下:管电流与电压分别为300mA、120kV,重建层厚与曝光时间分别为0.5mm、350ms。采取双筒高压注射器由受检者肘前静脉注入适量碘帕醇(国药准字:H20203293,厂家:南京正大天晴制药有限公司,规格:370mg/ml)作为造影剂,剂量控制50~80mL,并将速率控制为5ml/s,由受检者主动脉弓扫描到心脏隔面,自动获取最佳时相图像,如果图像质量不理想,则手动完成最佳期相重建过程。采取Syngo VA30软件予以图像处理,通过容积重建(VR)、多平面重组(MPR)以及曲面重建(CPR)等技术完成处理过程,窗位与窗宽分别为

【第一作者】 谷奇峰,男,主治医师,主要研究方向:医学影像。E-mail: guqifeng2002@163.com

【通讯作者】 鲁 瑛,女,主治医师,主要研究方向:医学影像。E-mail: 396055321@qq.com

350~400HU、1200~1300HU。当发现冠脉主干或分支处有≥1条血管狭窄程度达到50%时，判定为CHD阳性，否则为阴性。记录斑块总体积(TPV)、病变长、钙化斑块体积(CPV)、非CPV以及斑块负荷等参数，其中斑块负荷等于斑块面积值与血管面积值的百分比。

CGA：指导受检者处于仰卧位，在其右侧股动脉使用Seldinger法进行穿刺，然后以导丝引入导管到达主动脉，等到穿刺置鞘成功实施冠状动脉造影，获得摄影图像。分析图像发现冠脉直径减小程度达到50%，诊断为CHD阳性。

上述图像安排2名经验丰富影像医师共同分析，当意见不一致时商讨之后得出一致结果。

由CGA确诊的CHD病例均行PCI手术，术后随访6个月，按照MACE情况，将其分为MACE组与非MACE组，MACE包括需血管重建治疗不稳定型心绞痛、ST段或者非ST段抬高性心肌梗死、致命性心肌梗死及冠心病猝死等。

1.3 统计学处理 采取SPSS 25.0软件进行数据分析，采取Kappa法进行一致性分析，Kappa值0.41~0.60表示中等一致，0.61~0.80表示高度一致，>0.80表示近乎完全一致；计数资料以“n(%)”描述，选择 χ^2 检验；正态分布并且方差齐计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间以独立样本t检验；使用受试者工作特征(ROC)曲线分析CTA参数对MACE预测效能。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 CTA与CAG结果对照 见表1。CAG检出CHD阳性65例，CTA

诊断CHD敏感度93.85%(61/65)，特异度86.67%(13/15)，准确率92.50%(74/80)，Kappa值0.77。

表1 CTA与CAG结果对照

CTA	CAG		合计
	CHD阳性	CHD阴性	
CHD阳性	61	2	63
CHD阴性	4	13	17
合计	65	15	80

2.2 MACE组与非MACE组一般资料比较 见表2。两组性别、年龄、体重指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、高血压及病程比较无显著差异($P>0.05$)。

2.3 MACE组与非MACE组CTA参数比较 见表3。MACE组TPV、病变长、非CPV、斑块负荷明显大于非MACE组($P<0.05$)，CPV明显小于非MACE组($P<0.05$)。

2.4 CTA参数对MACE预测效能 CTA参数预测MACE曲线下面积(AUC)详细参数见表4；TPV、病变长、CPV、非CPV、斑块负荷及联合预测MACE AUC分别为0.774、0.830、0.776、0.696、0.871、0.959，联合预测AUC最大，预测敏感度93.80%，特异度91.77%。图1为ROC曲线图。

表2 两组一般资料比较[n(%)]

组别	n	性别		年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	吸烟史		饮酒史		高血压		病程(月)
		男	女			有	无	有	无	有	无	
MACE组	16	9(56.25)	7(43.75)	61.73±10.85	23.79±2.39	6(37.50)	10(62.50)	7(43.75)	9(56.25)	7(43.75)	9(56.25)	5.18±0.94
非MACE组	49	28(57.14)	21(42.86)	59.25±9.98	23.58±2.37	17(34.69)	32(65.31)	20(40.82)	29(59.18)	18(36.73)	31(63.27)	5.02±1.03
χ^2/t		0.004		0.845	0.307	0.042		0.043		0.251		0.551
P		0.950		0.401	0.760	0.839		0.836		0.617		0.584

表3 两组CTA参数比较

组别	n	TPV(mm ³)	病变长(mm)	CPV(mm ³)	非CPV(mm ³)	斑块负荷(%)
MACE组	16	118.49±23.78	22.75±4.38	4.61±0.82	68.52±13.75	64.14±10.45
非MACE组	49	95.24±20.15	18.13±3.52	5.39±1.04	58.06±10.02	50.79±9.23
t		3.008	4.287	2.731	3.296	5.591
P		0.004	<0.001	0.008	0.002	<0.001

表4 AUC参数

变量	AUC	标准误	P	渐进95%置信区间		敏感度(%)	特异度(%)
				上限	下限		
TPV	0.774	0.069	0.001	0.638	0.910	75.00	77.62
病变长	0.830	0.062	<0.001	0.709	0.952	75.04	87.79
CPV	0.776	0.066	0.001	0.645	0.906	62.53	85.68
非CPV	0.696	0.087	0.019	0.526	0.866	56.31	83.70
斑块负荷	0.871	0.056	<0.001	0.761	0.981	68.63	66.81
联合	0.959	0.030	<0.001	0.000	1.000	93.80	91.77

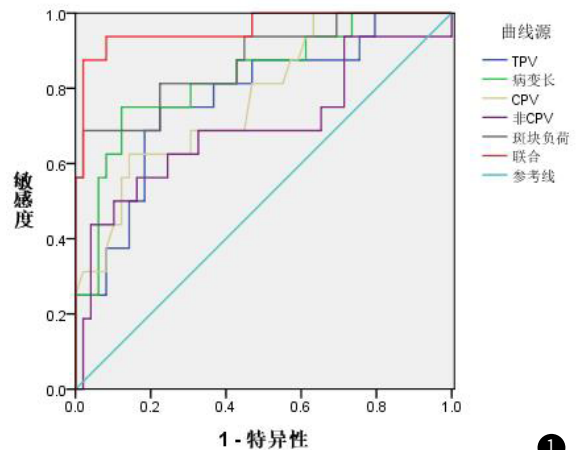


图1 CTA参数预测MACE ROC分析图。

3 讨论

近年来CHD致死人数越来越多,早期准确诊断并给予有效干预为减小死亡风险关键。CAG虽然能够检出冠脉狭窄部位,判定病变范围与严重程度,但其属于有创操作,部分受检者,尤其是老年人,耐受性差,一般难以接受,并且该项检查价格高,存在辐射性,难以于CHD筛查中广泛开展应用^[7-8]。故探寻更加方便、经济并且安全的CHD诊断方式具有重要意义,成为临床研究热点。CTA已成为一项成熟技术,优点突出,比如安全无创、操作简单以及费用低等,容易被受检者接受。以往报道称,CTA能够多方位重建影像图片,非常直观立体且清晰呈现冠脉起源以及具体空间位置关系,有效避免因体位原因造成偏心狭窄病变漏诊事件^[9-10]。本研究显示,CTA诊断CHD与CAG高度一致,敏感度、准确率分别达93.85%、92.50%。但仍存在4例漏诊与2例误诊,可能由于小血管造影剂量较少,容积效应导致密度减小,增加了CTA诊断难度;另一方面,钙化斑块存在高密度伪影,能够干扰管腔显示,同时容积效应可能导致CTA检查方式评估过高,出现误诊情况。

虽然现代医学技术提高了CHD临床疗效,但PCI手术仍存在风险。MACE为CHD病情发展表现,一般和动脉斑块改变密切相关,这种改变可能现于斑块破裂前,故评估斑块整体情况有利于指导MACE的预测^[11-12]。以往研究表明,CHD患者PCI术后MACE的出现和冠脉粥样斑块持续恶化,尤其是不稳定斑块进展相关^[13]。冠脉CTA检查不仅能够判断冠脉狭窄程度,同时亦能通过CT值判断斑块性质,准确评估易损斑块以及钙化斑块,从而指导CHD诊治^[14]。本研究发现,相较于非MACE组,MACE组TPV、病变长、非CPV、斑块负荷明显更大,CPV明显更小,与刘帅等^[15]研究结果一致,提示TPV、病变长、CPV、非CPV、斑块负荷可能有利于MACE预测。非钙化斑块属于密度低软斑块,一般为动脉粥样硬化病变早期表现,这种软斑块具有容易脱落特征,是不稳定性斑块,可导致急性心肌梗死,而钙化斑块较为稳定,一般不易脱落,故MACE患者CPV较小^[16]。以往研究指出,急性冠脉综合征病例低密度脂蛋白(LDL)水平每下调1 mmol/L,出现MACE风险降低21%^[17]。粥样硬化斑块形成与进展主要条件之一为血脂(特别是LDL)沉积,该条件亦为粥样硬化主要危险因素,下调LDL表达水平能够延缓斑块体积变大或者逆转斑块体积,因此斑块体积与MACE密切相关^[18]。斑块负荷主要包含钙化以及非钙化斑块两大类斑块负荷。相关报道指出,斑块负荷超过70%与患者MACE的出现密切相关,并且斑块负荷进展可增加MACE发生风险^[19]。进一步ROC分析发现,TPV、病变长、CPV、非CPV、斑块负荷及联合预测MACE AUC分别为0.774、0.830、0.776、0.696、0.871、0.959,其中联合预测效能最大,敏感度与特异度分别达93.80%、91.77%,证实CTA多参数联合可有效指导PCI术后MACE的预测。

综上,冠状动脉CTA诊断CHD具有较高敏感度及准确率,其测得的TPV、病变长、CPV、非CPV、斑块负荷等参数联合用于CHD患者PCI术后MACE预测效能较高,可为CHD诊治提供可靠指导。

参考文献

- [1] 张菲斐. CTA和冠状动脉造影对冠心病支架置入后再狭窄的评估价值对比分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(9): 84-85, 114.
- [2] 毛政尧, 毛政栋, 梁慧达. 心脏腺苷负荷磁共振成像与双源CT冠状动脉造影在冠心病早期诊断中的临床应用分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(7): 45-46.
- [3] 史俊康, 徐圣, 叶彬. 苯磺酸左旋氨氯地平联合瑞舒伐他汀对冠心病患者颈动脉血流动力学的影响[J]. 西北药学杂志, 2023, 38(6): 163-167.
- [4] Wang N, Sun Y, Zhang H, et al. Long-term night shift work is associated with the risk of atrial fibrillation and coronary heart disease[J]. Eur Heart J, 2021, 42(40): 4180-4188.
- [5] Song Y, Ren C, Liu P, et al. Effect of smartphone-based telemonitored exercise rehabilitation among patients with coronary heart disease[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2020, 13(4): 659-667.
- [6] 路延丽, 王子华. 血小板活化指标与老年冠心病患者PCI术后发生心血管不良事件的相关性[J]. 医学临床研究, 2022, 39(9): 1424-1426.
- [7] 董小波, 张仲慧, 郭庆乐. 单光子发射计算机断层成像术心肌灌注显像联合冠状动脉CT血管成像诊断冠心病的临床应用[J]. 岭南心血管病杂志, 2023, 29(1): 30-34.
- [8] 门婷婷, 龚瑞阳, 刘娇, 等. 基于人工智能的成像技术在冠心病诊断中的应用[J]. 中国实验诊断学, 2023, 27(8): 999-1002.
- [9] Liu S, Guan H, Li S. To explore the influencing factors of pericoronary adipose tissue and noninvasive fractional flow reserve on the progression of coronary heart disease based on 320-slice coronary CTA[J]. Anatol J Cardiol, 2023, 27(2): 100-105.
- [10] Rabbat MG. Transforming the coronary artery disease care pathway bridging computational fluid dynamics to coronary CTA[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2022, 15(6): 1059-1062.
- [11] Meyersohn NM, Mayrhofer T, Corey KE, et al. Association of hepatic steatosis with major adverse cardiovascular events, independent of coronary artery disease[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2021, 19(7): 1480-1488.
- [12] Yılmaz AS, Şatıroğlu Ö, Çetin M. Fragmented QRS predicted major adverse cardiovascular events in patients with coronary artery disease and percutaneous coronary intervention, 10-years of follow-up[J]. Kardiologia, 2022, 62(1): 72-79.
- [13] 李景隆, 罗灿伟, 黄连娇, 等. 高龄冠心病患者多支血管病变PCI术后发生MACE的危险因素研究[J]. 海南医学, 2020, 31(21): 2733-2735.
- [14] 李雷, 孙怡咪, 刘刚. 冠脉CTA定量参数与冠心病患者疾病进展和预后的关系[J]. 海南医学, 2022, 33(20): 2672-2675.
- [15] 刘帅, 林闰江, 许亚飞. 冠状动脉CT血管造影定量分析预测冠心病患者心血管事件风险的价值[J]. 中华全科医学, 2019, 17(8): 1320-1322, 1407.
- [16] 王晶, 王全帮, 杨艳, 等. 冠脉CT血管造影对冠心病患者MACE的预测价值[J]. 心血管康复医学杂志, 2022, 31(4): 418-423.
- [17] Garcia RV, Garcia JEP, Navas WD, et al. Impact of a virtual lipid clinic on lipid-lowering therapy, LDL cholesterol levels, and outcomes in patients with acute coronary syndrome[J]. J Clin Lipidol, 2022, 16(5): 635-642.
- [18] Zhang L, Li J, Yang Z, et al. Linkage of blood MALT1 with CD4+ T cell subset, inflammation, lipid, and its potency as a biomarker for predicting major adverse cardiovascular events in coronary heart disease patients[J]. Ann Clin Lab Sci, 2023, 53(4): 507-515.
- [19] 李志萍, 吕岩. 冠状动脉斑块负荷对老年急性心肌梗死患者介入术后再次心肌梗死的预测价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(12): 1273-1276.

(收稿日期: 2024-07-11)

(校对编辑: 韩敏求)