

论 著

CT冠状动脉定量在评估冠心病患者心肌缺血诊断中的应用价值*

盛玉杰^{1,*} 王 询² 王泽静¹

1.秦皇岛市第一医院影像中心

(河北 秦皇岛 066000)

2.秦皇岛市第一医院心血管内科

(河北 秦皇岛 066000)

【摘要】目的 探讨CT冠状动脉(CCTA)定量在评估冠心病(CHD)患者心肌缺血诊断中的应用价值。方法 选取2021年1月至2023年5月本院收治的CHD患者106例,按照冠状动脉造影(ICA)测定的心肌血流储备分数(FFR),将患者分为无心肌缺血组和心肌缺血组,两组分别52例、54例。对比两组CCTA冠脉不同狭窄程度的影像学表现;比较两组患者斑块形态特征指标(点状钙化、餐巾环征、低密度斑块)和其它斑块定量指标[病变长度(PL)、狭窄程度(DS)、斑块负荷(PB)、斑块体积(PV)、钙化积分(CS)、重建指数(RI)];采用受试者特征曲线(ROC)分析斑块形态特征联合成分定量指标对CHD心肌缺血的诊断价值。结果 两组患者斑块形态特征指标(点状钙化、低密度斑块)无差异($P>0.05$),心肌缺血组餐巾环征比例高于无心肌缺血组($P<0.05$)。心肌缺血组斑块定量指标(PL、DS、PB、RI、CS)均高于无心肌缺血组($P<0.05$)。PL、CS、PB、DS、RI诊断冠心病心肌缺血的AUC分别为0.744、0.814、0.726、0.859、0.826,截断值分别为19.83、185.41、34.64、46.66、0.95,联合检测的AUC为0.953,高于单个指标诊断($P<0.05$)。结论 与无心肌缺血患者相比,心肌缺血CHD患者斑块PL、CS、PB、DS、RI均增加;临床可以通过检测上述指标诊断CHD心肌缺血,且联合诊断价值更高。

【关键词】冠状动脉CT血管成像;冠心病;心肌缺血;诊断价值

【中图分类号】R541.4

【文献标识码】A

【基金项目】秦皇岛市重点研发计划科技支撑项目(202301A150)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.033

Application Value of Coronary CT Angiography Quantification in the Diagnosis of Myocardial Ischemia in Patients with Coronary Heart Disease*

SHENG Yu-jie^{1,*}, WANG Xun², WANG Ze-jing¹.

1.Imaging Center, First Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

2.Cardiovascular Department, First Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of coronary CT angiography (CCTA) quantification in the diagnosis of myocardial ischemia in patients with coronary heart disease (CHD). **Methods** A total of 106 patients with CHD admitted to the hospital were enrolled between January 2021 and May 2023. According to myocardial fractional flow reserve (FFR) by coronary angiography (ICA), patients were divided into non-ischemia group (52 cases) and ischemia group (54 cases). The imaging findings, morphological characteristics indexes of plaques (punctate calcification, napkin ring sign, low-density plaque) and the other quantitative indexes [plaque length (PL), degree of stenosis (DS), plaque burden (PB), patch volume (PV), calcification score (CS), reconstruction index (RI)] were compared between the two groups. The diagnostic value of morphological characteristics indexes combined with quantitative indexes of components for myocardial ischemia was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** There was no difference in morphological characteristics indexes of plaques (punctate calcification, low-density plaque) between the two groups ($P>0.05$), but the proportion of napkin ring sign in ischemia group was higher than that in non-ischemia group ($P<0.05$). The plaque quantitative indexes (PL, DS, PB, RI, CS) in ischemia group were higher than those in non-ischemia group ($P<0.05$). AUC and cut-off values of PL, CS, PB, DS and RI in the diagnosis of myocardial ischemia were (0.744, 0.814, 0.726, 0.859, 0.826) and (19.83, 185.41, 34.64, 46.66, 0.95), respectively. AUC of combined detection was 0.953, greater than that of single index ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with CHD patients without myocardial ischemia, PL, CS, PB, DS and RI are increased in those with myocardial ischemia. Clinically, the above indexes can be applied in the diagnosis of myocardial ischemia, and diagnostic value of combined detection is higher.

Keywords: Coronary CT Angiography; Coronary Heart Disease; Myocardial Ischemia; Diagnostic Value

冠心病(coronary heart disease, CHD)是心内科的常见疾病,若不及时治疗,随病情发展,会有心肌梗死风险,对患者的身心健康会造成严重影响^[1]。CHD源于冠状动脉管壁病变,管壁的粥样硬化斑块会阻塞管腔,导致心肌缺血。心肌缺血时,CHD患者不良事件风险增加,及时、准确地诊断CHD心肌缺血并予以有效干预可以改善预后^[2]。CT冠状动脉成像(coronary CT angiography, CCTA)是一种新型的无创检查,不仅能有效诊断冠状动脉狭窄,还能准确分辨管壁斑块性质,在冠心病诊断中应用前景广阔^[3]。但研究显示,冠脉狭窄和心肌缺血的关联度并不高。随着CT检查技术的更新,CCTA已具备较高的斑块评价功能,但通过分析斑块能否准确地诊断CHD心肌缺血,目前尚有争议^[4]。为进一步明确CCTA用于CHD心肌缺血的诊断价值,本研究对比心肌缺血与无心肌缺血患者的斑块形态特征与斑块定量指标,探究斑块形态特征联合定量分析对CHD心肌缺血的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年1月至2023年5月本院收治的CHD患者106例,回顾分析患者的临床资料。

入组标准:CHD的诊断与相关标准^[5]相符;接受冠状动脉造影(CT angiography, ICA)和CCTA检查;年龄18岁及以上;单支冠脉狭窄;临床资料完整。排除标准:多支冠脉狭窄;单支冠脉多处狭窄;合并心梗;既往冠状动脉相关手术史;合并其它心脏疾病;造影剂过敏史;确诊恶性肿瘤;有严重的心肺肝肾功能异常;精神与意识异常;患者依从性差。按照ICA测定的心肌血流储备分数(fractional flow reserve, FFR),将患者分为无心肌缺血组52例和心肌缺血组54例。两组患者临床资料比较无明显差异($P>0.05$),见表1。研究经本院伦理委员会审核同意。

1.2 方法 患者仰卧位,给予静脉注射腺苷,160ug/(kg·min),测量FFR,将传感器(压力导丝)放在病变的血管远端(2~3cm),缓慢抽回导丝,将整个过程的FFR值记录下来,心肌缺血判定标准:心肌缺血:FFR ≤ 0.8 ;无心肌缺血:FFR > 0.8 。由同一位高年资心内科医师进行ICA操作并测量FFR,结果由2位医师同时判定,意见不同时请第3位更高年资医师明确。CCTA检测:CCTA仪器(荷兰PHILIPS, BICT, 128排256层螺旋CT),患者屏气后接受检查。检查前,静脉注射碘海醇对比剂(50~65mL,含碘350mg/mL)及0.9%生理盐水(20~30mL),对比剂、生理盐水分别占比70%、30%,设置流速(5.0mL/s),在主动脉根部进行CT衰减检测,当CT衰减达到100HU时,延迟5s,进

【第一作者】盛玉杰,女,主治医师,主要研究方向:医学影像诊断方向。E-mail: wangleqi2023@163.com

【通讯作者】盛玉杰

行自动扫描，扫描从主动脉弓上(1cm)到心脏的隔面下(1cm)结束，设置扫描参数，管电压：70~120kV；层厚：0.75mm；准直器：192×0.6mm；旋转时间：每圈0.25s。图像分析：请2位高年资影像医师(具有5年工作经验)分析图像，使用半自动冠状动脉斑块分析软件(荷兰PHILIPS)，对斑块进行定量分析，指标包括：斑块形态特征相关指标(餐巾环征、点状钙化、低密度斑块)和其它斑块定量指标病变长度(plaque length, PL)、狭窄程度(degree of stenosis, DS)、斑块负荷(plaque burden, PB)、斑块体积(Patch volume, PV)、钙化积分(Calcification score, CS)、重建指数(Reconstruction index, RI)。低密度斑块：斑块CT值<30Hu；餐巾环征：低密度斑块周围由高密度强化环环绕；点状钙化：钙化斑块内径<3mm。CS：1分：钙化灶CT值峰值在130~199Hu范围内；2分：钙化灶CT值峰值在200~229Hu范围内；3分：钙化灶CT值峰值在300~399Hu范围内；4分：钙化灶CT值峰值超过400Hu。PB：斑块体积占血管体积的百分比。RI：管腔的横截面积(斑块处)占邻近无斑块管腔的横截面积的百分比。DS分类：轻度狭窄：狭窄率小于50%；中度狭窄：狭窄率55%与75%之间；重度狭窄：狭窄率超过75%。

表1 临床资料比较

临床资料	心肌缺血组 (n=52)	无心肌缺血组 (n=54)	t/χ ² 值	P值
年龄(岁)	59.62±9.33	60.39±10.06	0.408	0.684
性别(男/女, n)	34/18	33/21	0.208	0.648
体质量指数(kg/m ²)	26.03±3.27	25.84±3.42	0.292	0.771
合并基础疾病[n(%)]				
高血压	26(5.00)	25(46.30)	0.208	0.648
高血脂	28(53.85)	29(53.70)	0.000	0.988
糖尿病	14(26.92)	16(29.63)	0.096	0.757
既往史[n(%)]				
冠心病家族史	7(13.46)	6(11.11)	0.136	0.713
吸烟史	24(46.15)	23(42.59)	0.136	0.712
饮酒史	21(40.38)	19(35.19)	0.305	0.581
甘油三酯(mmol/L)	1.44±0.22	1.39±0.33	0.914	0.363
总胆固醇(mmol/L)	4.71±0.68	5.02±1.03	1.821	0.071
高密度脂蛋白(mmol/L)	1.08±0.21	1.15±0.18	1.845	0.068
低密度脂蛋白(mmol/L)	3.11±0.47	2.95±0.54	1.625	0.107

1.3 观察指标 (1)对比CHD患者CCTA检查冠脉不同狭窄程度的影像学表现。(2)对比两组斑块形态特征指标(点状钙化、餐巾环征、低密度斑块)和斑块定量指标PL、DS、PB、PV、CS、RI。(3)采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析斑块定量指标(PL、DS、PB、CS、RI)及联合检测对CHD心肌缺血的诊断价值。

1.4 统计学处理 使用SPSS 20.0分析数据。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用t检验;计数资料,行 χ^2 检验,以例(%)表述。采用ROC曲线分析指标对CHD心肌缺血的诊断价值。 $P<0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

2.1 CCTA冠脉不同狭窄程度的影像学表现 CCTA检查中,CHD冠脉轻度狭窄、重度狭窄影像学表现如图1所示。

2.2 斑块形态特征指标和斑块定量指标 两组患者斑块形态特征指标(点状钙化、低密度斑块)无差异($P>0.05$),心肌缺血组餐巾环征比例高于无心肌缺血组($P<0.05$)。心肌缺血组斑块定量指标(PL、CS、PB、DS、RI)均高于无心肌缺血组($P<0.05$)。见表2。

2.3 斑块定量指标对CHD心肌缺血的诊断价值 PL、CS、PB、DS、RI诊断CHD心肌缺血的AUC分别为0.744、0.814、0.726、0.859、0.826,截断值分别为19.83、185.41、34.64、46.66、0.95,联合检测的AUC为0.953,高于PL、CS、PB、DS、RI($P<0.05$)。见表3和图2。

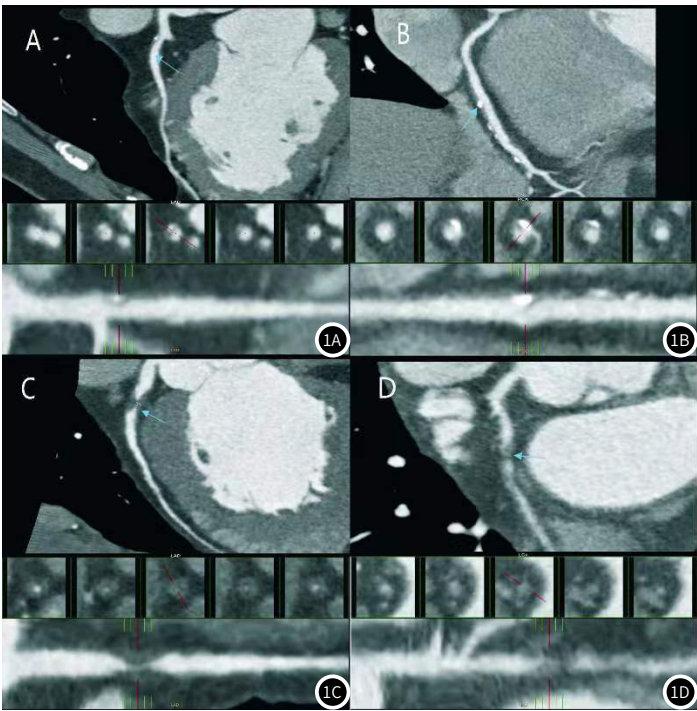


图1A-图1D 冠脉狭窄程度影像学表现：图1A显示：多曲面重建及拉直像左前降支近段见混合性斑块，管腔轻度狭窄；图1B显示：多曲面重建及拉直像显示右冠状动脉中段见混合性斑块，管腔轻度狭窄；图1C显示：多曲面重建及拉直像显示左前降支近段见非钙化性斑块，管腔重度狭窄；图1D显示：多曲面重建及拉直像显示回旋支近段见非钙化性斑块，管腔重度狭窄近闭塞。

表2 斑块形态特征指标及定量指标比较

项目	心肌缺血组(n=52)	无心肌缺血组(n=54)	t/χ ² 值	P值
低密度斑块[n(%)]	8(15.38)	6(11.11)	0.422	0.516
餐巾环征[n(%)]	15(28.85)	7(12.96)	4.063	0.044
点状钙化[n(%)]	19(36.54)	21(38.89)	0.062	0.803
PL(mm)	21.63±4.05	18.12±3.31	4.894	<0.001
CS(分)	195.89±34.53	168.74±31.56	4.228	<0.001
PV(mm ³)	351.21±67.53	328.52±50.18	1.969	0.052
PB(%)	37.51±5.59	33.52±4.76	3.962	<0.001
DS(%)	54.83±7.34	47.42±9.57	4.461	<0.001
RI	1.04±0.15	0.85±0.12	7.215	<0.001

表3 斑块定量指标诊断CHD心肌缺血的效能

指标	AUC	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	95%CI
PL(mm)	0.744	19.83	69.23	68.52	0.651-0.836
CS(分)	0.814	185.41	63.46	88.89	0.734-0.895
PB(%)	0.726	34.64	76.92	66.67	0.630-0.823
DS(%)	0.859	46.66	98.08	62.96	0.789-0.930
RI	0.826	0.95	73.08	81.48	0.748-0.905
联合检测	0.953	-	86.54	92.59	0.914-0.992

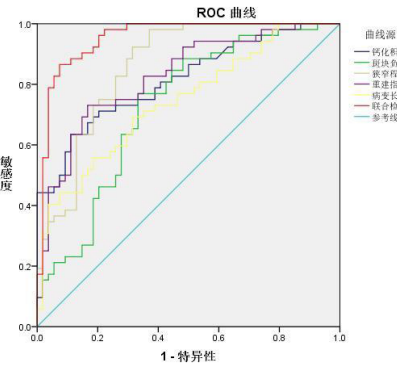


图2 斑块定量指标诊断CHD心肌缺血的ROC曲线

3 讨论

临床中, ICA常用于诊断冠状动脉狭窄, 但对心肌缺血的检出率比较低, 且存在操作有创、费用较高等问题^[6]。对心肌缺血及时、准确地评估对改善CHD预后非常重要。随着科技的发展, CCTA应运而生, 其具有分辨率高、无创、费用低等优势, 已广泛应用于临床。相较ICA, CCTA对斑块特性的识别能力更强, 在CHD心肌缺血中具有一定的诊断潜力^[7]。基于CCTA定量在CHD患者心肌缺血中诊断价值的研究还很有限, 本研究分析CCTA斑块定量用于诊断CHD患者心肌缺血的效能。

本研究结果显示, 两组患者斑块形态特征指标(点状钙化、低密度斑块)无差异, 心肌缺血组餐巾环征比例高于无心肌缺血组。心肌缺血组斑块定量指标(PL、CS、PB、DS、RI)均高于无心肌缺血组。这说明斑块定量参数在CHD心肌缺血中可能具有一定的诊断价值。既往研究显示, 基于CCTA图像分析, CHD闭塞组PL较亚闭塞组长^[8], 这提示PL可能在CHD病情评估中具有潜在的价值。本研究中, 心肌缺血组病变长度较无心肌缺血组更长, 进一步说明PL在CHD心肌缺血的评估中具有一定作用。CS、PB、DS、RI常用于CCTA定量分析, 上述指标可以有效评估冠脉狭窄及斑块钙化的程度。有研究显示, 心肌缺血CHD患者的低密度斑块、点状钙化比例等高危征象指标较无心肌缺血CHD患者要高^[9]。这说明斑块、钙化可能在CHD心肌缺血的诊断中具有一定的潜力。CS与心肌缺血关系密切, CS越高, 患者的冠状动脉弹性越差, 心肌缺血程度也越重^[10]。斑块会导致心肌缺血, 是公认的致病高危因素^[11]。PB是指斑块体积占血管容积的百分比, 可以反映血流的受阻情况, PB与血流受阻程度成正比, PB大时, 心肌缺血也越严重^[12]。当斑块钙化时, 也会导致管腔狭窄, 引发动脉血流障碍, 进一步影响心肌供血^[13]。冠脉DS对CHD心肌缺血评估价值最高, 可能源于冠脉DS能够更准确反映患者的血流异常^[14]。但有学者指出, 单独采用冠脉DS并不能有效反映患者的血流动力学^[15]。在CCTA中, 将冠脉DS评估与其它成分进行定量分析可以更准确的获取疾病信息, 联合评估有助于提高诊断的准确性, 这进一步说明冠脉DS等斑块成分定量分析指标均应被重视^[16]。冠状动脉重建是指冠状动脉硬化、缺血或管腔大小有改变时的代偿扩张, 心肌缺血初期, 冠脉功能可以在血管代偿性扩张下得以维持, RI一定程度上也可以用于CHD心肌缺血的评估。

张博等^[17]的研究表明, 心肌缺血组的CS、PB、DS、RI均高于无心肌缺血组, CS、PB、DS、RI与心肌缺血损伤呈显著正相关。余竹萍等^[18]的研究也表示, PB、DS在评估心肌缺血中均具有一定的潜能。本研究发现心肌缺血组PL、CS、PB、DS、RI高于无心肌缺血组, 进一步说明上述指标在评估CHD心肌缺血中的价值。通过CCTA斑块定量指标的分析, PL、CS、PB、DS、RI在CHD心肌缺血评估中均显示出较高的诊断潜能。为了进一步探究PL、CS、PB、DS、RI对CHD心肌缺血的诊断价值, 本研究采用ROC曲线分析上述指标的诊断价值, 结果显示PL、CS、PB、DS、RI对CHD心肌缺血均具有一定的诊断价值, 且联合诊断价值更高, 临床可以通过上述指标的联合检测诊断CHD心肌缺血。

综上所述, 与无心肌缺血患者相比, 心肌缺血CHD患者餐巾环征比例、PL、CS、PB、DS、RI均更高, CCTA检查时, PL、CS、PB、DS、RI联合诊断CHD心肌缺血具有更高的诊断价值。本研究样本量偏少, 且缺少对斑块性质的更详细区分, 未来可以对CCTA不同性质的斑块诊断CHD心肌缺血的价值做进一步探究。

参考文献

- [1] 张丹丹. 负荷动态CT心肌灌注结合冠状动脉CT血管成像对冠心病心肌缺血的诊断价值观察[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(1): 153-155.
- [2] 刘洋, 张舒媛, 司斌, 等. 冠状动脉CT血管成像检测对冠状动脉易损斑块和主要不良心血管事件风险预测的评估[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(9): 894-899.
- [3] 徐利军, 魏雪, 刘娇, 等. 冠状动脉CT血管成像对冠心病病变程度及部位的诊断价值[J]. 西部医学, 2020, 32(3): 456-459.
- [4] Nieman K, Balla S. Dynamic CT myocardial perfusion imaging[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2020, 14(4): 303-306.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 冠状动脉粥样硬化性心脏病诊断标准2010[M]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 1-14.
- [6] 苗思萌, 李丹丹, 潘晨, 等. 冠状动脉造影/经皮冠状动脉介入治疗中对对比剂肾病风险预测模型的文献分析[J]. 临床药物治疗杂志, 2021, 19(4): 22-27.
- [7] 薛秋芬, 徐怡, 葛颖倩, 等. 基于冠状动脉CT血管成像组学特征建模评估心肌缺血的可行性研究[J]. 医学研究生学报, 2020, 33(12): 1292-1296.
- [8] 贾学燕. 血管腔CT密度值测量在冠状动脉闭塞与亚闭塞鉴别诊断中的价值研究[D]. 大连医科大学, 2016.
- [9] Lee SK, Seo KH, Kim YJ, et al. Cardiac arrest caused by contralateral tension pneumothorax during one-lung ventilation: a case report[J]. Anesth Pain Med (Seoul), 2020 Jan 31; 15(1): 78-82.
- [10] 李建宜, 许琼, 王俊鹏, 等. 冠状动脉CT血管造影在冠心病患者斑块定量评估及预后评估中的应用价值[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(19): 30-33.
- [11] Kawasaki T, Kidoh M, Kido T, et al. Evaluation of significant coronary artery disease based on ct fractional flow reserve and plaque characteristics using random forest analysis in machine learning[J]. Acad Radiol, 2020, 27(12): 1700-1708.
- [12] Chung CJ, Jeong SY, Jeong JH, et al. Comparison of prophylactic effect of topical alchemilla vulgaris in glycerine versus that of dexamethasone on postoperative sore throat after tracheal intubation using a double-lumen endobronchial tube: a randomized controlled study[J]. Anesth Pain Med (Seoul), 2021, 16(2): 163-170.
- [13] 王杰, 单裕清, 胡伟, 等. 冠状动脉CT血管成像定量参数与老年冠心病患者病情严重程度的相关性[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(2): 115-118.
- [14] 樊冠华, 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.
- [15] 金亚东, 王俊青. CT血管造影狭窄评分在心肌缺血性相关疾病诊断及心功能评价中的作用[J]. 河南医学高等专科学校学报, 2023, 35(2): 142-145.
- [16] 孙俊, 夏花, 江时忠. 冠状动脉CT血管成像定量评估冠心病心肌缺血的效能[J]. 浙江医学, 2022, 44(6): 637-640, 645.
- [17] 张博, 陈莉娟. 512层动态容积CT血管造影对冠脉狭窄及钙化程度的诊断价值及其与心肌缺血损伤的相关性[J]. 临床医学研究与实践, 2021, 6(15): 125-127.
- [18] 余竹萍, 熊俊峰, 汪子平, 等. 冠状动脉CT血管成像定量斑块参数评估冠心病心肌缺血性损伤的价值[J]. 心电与循环, 2021, 40(5): 492-495, 500.

(收稿日期: 2023-07-27)

(校对编辑: 翁佳鸿)