

12 导联动态心电图结合 CT 血管造影对无症状心肌缺血的诊断价值

廖品亮¹, 李海玲^{2*}, 张志辉¹, 曲小龙¹, 庄国强¹, 马源秋子¹

(1. 陆军军医大学第一附属医院(重庆西南医院), 重庆 400038;

2. 重庆康华众联心血管病医院, 重庆 400000)

摘要:随机选取疑似无症状心肌缺血(SMI)患者 98 例,均进行 12 导联动态心电图检查和计算机断层扫描冠状动脉造影(CTA)检查,分析患者冠脉狭窄程度及无症状心肌缺血发作情况。并以冠状动脉造影(CAG)结果为依据,比较 12 导联动态心电图、CTA 和二者联合应用诊断 SMI 的准确度、灵敏度和特异度。结果表明,CTA 诊断的灵敏度和准确度显著高于 12 导联动态心电图($P < 0.05$),二者联合诊断的灵敏度、特异度均显著高于单独应用 CTA 或动态心电图($P < 0.05$)。上述结果提示,12 导联动态心电图和 CTA 两种检查联合应用对 SMI 的诊断价值显著,可广泛应用于临床,为 SMI 的诊断和病情评估提供切实可行的参考。

关键词:无症状心肌缺血; 12 导联动态心电图; 计算机断层扫描冠状动脉造影

doi: 10.7517/issn.1674-0475.200207

Diagnostic Value of 12-lead Dynamic Electrocardiogram Combined with CT Angiography in Asymptomatic Myocardial Ischemia

LIAO Pinliang¹, LI Hailing², ZHANG Zhihui¹, QU Xiaolong¹,
ZHUANG Guoqiang¹, MA Yuanqiuzi¹

(1. *The First Hospital Affiliated to AMU (Southwest Hospital), Chongqing 400038, P. R. China;*

2. *Chongqing Kanghua Zhonglian Cardiovascular Hospital, Chongqing 400000, P. R. China*)

Abstract: A total of 98 patients with suspected asymptomatic myocardial ischemia (SMI) were enrolled. All patients underwent 12-lead dynamic electrocardiography and computed tomography coronary angiography (CTA). The degree of coronary stenosis and the status of asymptomatic myocardial ischemia were analyzed. Based on the results of coronary angiography (CAG), the accuracy, sensitivity, and specificity of 12-lead dynamic electrocardiogram, CTA, and the combination of two methods were compared. The sensitivity and accuracy of CTA were significantly higher than that of 12-lead dynamic electrocardiogram ($P < 0.05$). The sensitivity and specificity of the combined examination were significantly higher than those of CTA or dynamic electrocardiogram alone ($P < 0.05$). Above results show that the combined application of 12-lead dynamic electrocardiogram and CTA have significant value

in the diagnosis of SMI. They can be widely used in clinical practice, and provide a practical reference for the diagnosis and evaluation of SMI.

Key words: asymptomatic myocardial ischemia; 12-lead dynamic electrocardiogram; computed tomography coronary angiography

无症状心肌缺血(silent myocardial ischemia, SMI)是冠心病中的常见表现,通常指患者无主观缺血症状,但在运动或药物负荷试验中存在诱发性心肌缺血的客观表现,或存在冠脉狭窄的客观证据^[1]。SMI 的隐匿性发作易被患者忽视,容易导致各种类型心脏事件的发生,并增加心肌梗死和冠心病猝死的发率^[2]。因此,及时准确的诊断对无症状心肌缺血患者的治疗及转归至关重要。

计算机断层扫描冠状动脉造影(computed tomography coronary angiography, CTA)可以直观地显示冠状动脉狭窄的形态、趋势和程度,在检测冠脉钙化、SMI 程度和范围方面具有较高准确性^[3]。动态心电图监测是一种非侵入性并广泛使用的技术,能够检测到无症状短暂性心肌缺血发作^[4]。二者在 SMI 的诊断中均具有重要临床价值。因此,本研究旨在探讨 12 导联动态心电图联合 CTA 对 SMI 的诊断效能。

1 材料与方法

1.1 一般资料

随机选取 2018 年 10 月~2019 年 10 月于陆军军医大学第一附属医院就诊的疑似 SMI 患者 98 例,其中男性 60 例、女性 38 例;年龄 48~72 岁,平均(59.26±8.4)岁。对研究对象的诊断,基于患者具有诱发性心肌缺血的客观表现及血管造影显示显著的血管狭窄的客观证据^[5]。

纳入标准:(1)均进行 12 导联动态心电图检查和 CTA 检查;(2)均进行冠状动脉造影检查;(3)经伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

排除标准:(1)合并心房颤动、频繁的房性室性早搏等心律失常;(2)入院前 6 个月内服用过可能导致 ST 段异常的药物(如洋地黄);(3)合并肥厚性心肌病;(4)合并精神性疾病,依从性较差。

1.2 检查方法

1.2.1 计算机断层扫描冠状动脉造影(CTA)

CTA 检查应用飞利浦 Brilliance 64 排螺旋 CT 机。扫描参数为:电流 250~360 mA、电压 120~140 kV、转速 500 ms/r、层厚 1 mm。扫描范围为气管隆突处至心底膈面。扫描前经肘前静脉以 4~5 mL/s 的速度注入浓度为 300 mg/mL 的碘比妥造影剂 120~150 mL。扫描结束后,应用专用软件对结果进行分析。结果由一名经验丰富的心脏病专家和一名放射科医生进行分析。采用包括冠状动脉及其主要分支的 15 节段模型对冠脉狭窄程度进行评估。

1.2.2 24 小时 12 导联动态心电图监测

使用便携式 Syneflash Holter 记录仪进行 24 h 动态心电图监测,并对心电信号进行记录,以 25 mm/s 的速度记录在心电纸片上。结果由两名心脏科医生进行分析。无症状心肌缺血在动态心电图上的诊断标准为^[6]:J 点后 80 ms 处 ST 段压低呈水平型或下斜型,且 ≥0.1 mV;ST 段在原来已经出现压低的基础上再压低 ≥0.1 mV;持续时间 ≥1 min;与心绞痛症状无关。

1.3 观察指标

(1) 冠脉狭窄程度评价:根据 CTA 检查结果,应用累积记分法^[7]对冠脉狭窄情况进行评分。

(2) 冠脉狭窄程度分级^[8]:根据 CTA 检查结果,对冠脉狭窄程度进行分级,冠状动脉狭窄 I 级病变:管腔面积缩小 1%~25%;II 级病变:管腔面积缩小 26%~50%;III 级病变:管腔面积缩小 51%~75%;IV 级病变:管腔面积缩小 76%~100%。如果 1 支血管有多处病变,则按照狭窄程度最严重的进行分级。

(3) SMI 发作次数、频率:应用 12 导联动态心电图检测患者 24 h 内 ST 段压低出现情况,记录次数并平均分为 4 个时间段进行比较。以 SMI 发作

时心率变化作为发作频率评判标准,其中,心率<平均心率10次/min为慢频率,心率>平均心率10次/min为快频率^[9]。

(5) 心肌缺血负荷值:心肌缺血负荷=ST段压低的最大幅度×发作次数×ST段压低持续时间^[10]。

(6) SMI诊断准确度、灵敏度、特异度:以CAG结果为金标准,比较CTA、12导联24 h动态心电图以及二者联合对SMI诊断的准确度、灵敏度、特异度。

1.4 统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件对数据进行统计学分析。计数资料以例数n(%)表示,用卡方检验来比较两组间的差异。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,用t检验来比较两组间的差异。以 $\alpha = 0.05$ 为检验水准, $P < 0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 SMI患者冠脉CTA表现

分析患者的CTA评分结果,计算冠脉狭窄程度分值,结果如表1所示,男性患者和女性患者的CTA积分阳性患者比例及CTA积分分值间无显著差别($P > 0.05$)。

分析患者的冠脉狭窄程度结果如表2所示,纳入的98例SMI患者中,Ⅲ级狭窄发生率显著高于其他等级狭窄程度($P < 0.05$),且左前降支狭窄的

发生率显著高于其他冠脉分支的狭窄程度($P < 0.05$)。

2.2 SMI患者心肌缺血发作情况

应用12导联动态心电图记录患者24 h内心电变化情况,结果如表3所示,无症状心肌缺血主要发生在06:01~12:00,该时间段SMI发生率显著高于其他时间段($\chi^2 = 96.09, P < 0.05$)。对发作频率进行分析,356次发作中快频率发生率显著高于慢频率($\chi^2 = 312.90, P < 0.05$)。

此外,计算患者心肌缺血负荷值结果为2.36±1.13。

2.3 CTA和12导联动态心电图诊断结果

分析比较CTA、12导联动态心电图和二者联合对SMI诊断的准确度、特异度和敏感度。如表4所示,CTA诊断SMI的灵敏度为90.91%(80/88),特异度为80.00%(8/10),准确度为89.80%(88/98)。表5中,动态心电图诊断灵敏度为82.22%(74/90),特异度为62.5%(5/8),准确度为80.61%(79/98)。表6中动态心电图联合CTA诊断的灵敏度为97.78%(88/90),特异度为100.00%(8/8),准确度为97.96%(96/98)。CTA诊断SMI的灵敏度、准确度显著高于动态心电图($P < 0.05$),二者联合检查诊断的灵敏度、特异度均显著高于单独应用CTA或动态心电图($P < 0.05$)。

表1 SMI患者冠脉CTA表现[n(%)]

性别	年龄	n	CTA积分	CTA积分(+)	CTA积分(-)
男	58.21±0.35	60	4.06±1.34	56(93.33%)	4(6.67%)
女	60.32±6.74	38	4.23±0.98	34(89.47%)	4(10.53%)
合计	59.26±8.4	98	4.17±1.57	90(91.84%)	8(8.16%)

表2 SMI患者冠脉狭窄程度分级[n(%)]

n	分级	左主干	左前降支	左回旋支	右冠状动脉	总计
98	I	0	1(1.02%)	1(1.02%)	1(1.02%)	3(3.06%)
	II	0	2(2.04%)	2(2.04%)	1(1.02%)	5(5.10%)
	III	5(5.10%)	25(25.51%)	15(15.31%)	15(15.31%)	60(61.22%)
	IV	3(3.06%)	10(10.20%)	8(8.16%)	9(9.18%)	30(30.61%)

表3 SMI患者心肌缺血发作情况[n(%)]

类型	n	快频率	慢频率	00:01~06:00	06:01~12:00	12:01~18:00	18:01~24:00
无症状心肌缺血	356	296 (83.15%)	60 (16.85%)	39 (10.96%)	199 (55.90%)	72 (20.22%)	46 (12.92%)

表 4 CTA 与 CAG 诊断结果对照(*n*)

CTA	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	80	2	82
阴性	8	8	16
合计	88	10	98

表 5 动态心电图与 CAG 诊断结果对照(*n*)

动态心电图	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	74	3	77
阴性	16	5	21
合计	90	8	98

表 6 CTA 联合动态心电图与 CAG 诊断结果对照(*n*)

CTA 联合动态心电图	CAG		合计
	阳性	阴性	
阳性	88	0	88
阴性	2	8	10
合计	90	8	98

3 讨论

心肌缺血通常由冠状动脉血流减少或阻塞引起。大约 40% 的缺血性心脏病患者有短暂性心肌缺血的发作, 其中约 70%~80% 表现为一种无症状的缺血形式, 即无症状心肌缺血(SMI)^[1]。SMI 与冠心病、急性冠脉综合征和心肌梗死后患者的不良预后尤其相关^[2]。因此, SMI 的及早诊断与治疗对于降低冠心病患者的心血管结局至关重要。

SMI 的检测仍然是现代医学面临的挑战。冠状动脉造影(coronary artery angiography, CAG)是诊断 SMI 等冠脉阻塞性疾病的金标准^[11], 然而 CAG 是一种有创性检查, 不宜作为 SMI 的筛查手段^[1]。因此应用其他安全有效的检查手段意义重大。CTA 作为一种无创且有效的检查方法, 其应用逐渐增多^[12]。研究表明, CTA 对于冠脉狭窄程度的诊断价值不亚于 CAG^[13]。CTA 不仅可显示血管管腔, 还可以辅助判定斑块成分, 诊断准确性较高^[14], 因此是诊断 SMI 的有效检测方式。动态心电图作为一种广泛应用且无创的检查方式, 可以记录患者 SMI 发作的频率、缺血的程度以及心电变化持续的时间等。通过动态心电图还可以初步了解

SMI 患者缺血发作和日常活动之间的关系, 防止漏诊^[15]。关于 12 导联动态心电图联合 CTA 对 SMI 诊断价值的研究较少, 因此本研究旨在分析二者联合应用的诊断价值, 以期为 SMI 的诊断和病情评估提供切实可行的参考。

本研究中, 通过分析 CTA 检查结果, 应用累积计分法对冠脉狭窄程度进行评分, 结果显示冠脉 CTA 积分阳性者占 91.84%, 平均积分为(4.17±1.57)分。本研究结果中, 冠脉 CTA 积分阳性检出率较冷利华等^[16]的研究检出率高, 可能是由于纳入人群不同。此外, 应用 12 导联动态心电图记录患者 24 h 内的心电变化情况, 结果显示在 06:01~12:00 内无症状心肌缺血发生率显著高于其他时间段, 且快频率发生率显著高于慢频率。这和叶海容等^[17]的研究一致, 可能是因为该时间段患者交感神经兴奋、儿茶酚胺水平升高, 使纤溶酶活性降低而血小板聚集增加, 从而使患者 SMI 的风险增加。本文还以 CAG 诊断结果为金标准, 分析比较了这两种检查方式和二者联合检测诊断 SMI 的准确度、特异度和敏感度, 结果与杜新超等^[7]的研究相符, 说明 CTA 诊断 SMI 的准确性较高, 与 CAG 诊断结果具有较高的致一致性。此外, 虽然动态心电图诊断 SMI 的准确

性、灵敏度和特异度稍低,但二者联合检查诊断的灵敏度、准确度均显著高于单独应用CTA或动态心电图,说明两种检查方式联合应用价值显著,可广泛应用于临床,为SMI的诊断和病情评估提供切实可行的参考。

参考文献:

- [1] Chang C, Ye B, Xie W, et al. The diagnosis of silent myocardial ischemia. Motion-Frozen (or morphing) myocardial perfusion imaging[J]. *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*, 2016, **19**(3): 196-199.
- [2] Valensi P, Meune C. Congestive heart failure caused by silent ischemia and silent myocardial infarction: diagnostic challenge in type 2 diabetes[J]. *Herz*, 2019, **44**(3): 210-217.
- [3] Benetos G, Buechel R R, Gonçalves M, et al. Coronary artery volume index: a novel CCTA-derived predictor for cardiovascular events[J]. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, 2020. DOI: 10.1007/s10554-019-01750-2.
- [4] Leinveber P, Halamek J, Jurak P. Ambulatory monitoring of myocardial ischemia in the 21st century: an opportunity for high frequency QRS analysis[J]. *Journal of Electrocardiology*, 2016, **49**(6): 902-906.
- [5] Choi K H, Lee J M, Park I, et al. Comparison of long-term clinical outcomes between revascularization versus medical treatment in patients with silent myocardial ischemia[J]. *International Journal of Cardiology*, 2019, **277**: 47-53.
- [6] Bosone D, Fogari R, Ramusino M C, et al. Ambulatory 24-h ECG monitoring and cardiovascular autonomic assessment for the screening of silent myocardial ischemia in elderly type 2 diabetic hypertensive patients[J]. *Heart and Vessels*, 2017, **32**(5): 507-513.
- [7] 杜新超, 王 雁, 曹云艳. CT血管造影、运动平板实验与动态心电图在诊断无症状心肌缺血中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, **17**(2): 15-17, 28.
- [8] 刘金生, 朱圣煌, 钟荣明, 等. 冠状动脉CTA在有无症状心肌缺血患者冠脉的对比研究[J]. 当代医学, 2018, **24**(9): 35-37.
- [9] Barrabés J A, Gupta A, Porta-Sánchez A, et al. Comparison of electrocardiographic characteristics in men versus women $\leqslant 55$ years with acute myocardial infarction (a variation in recovery: role of gender on outcomes of young acute myocardial infarction patients substudy)[J]. *The American Journal of Cardiology*, 2017, **120**(10): 1727-1733.
- [10] 温 沛, 双 莲, 陈凤英. 心肌缺血负荷对冠状动脉狭窄程度的评估价值[J]. 检验医学与临床, 2019, **16**(7): 882-884.
- [11] Scanlon P J, Faxon D P, Audet A M, et al. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 1999, **33**(6): 1756-1824.
- [12] Wardziak L, Kruk M, Pleban W, et al. Coronary CTA enhanced with CTA based FFR analysis provides higher diagnostic value than invasive coronary angiography in patients with intermediate coronary stenosis[J]. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 2019, **13**(1): 62-67.
- [13] Budoff M J, Nakazato R, Mancini G B, et al. CT angiography for the prediction of hemodynamic significance in intermediate and severe lesions: head-to-head comparison with quantitative coronary angiography using fractional flow reserve as the reference standard[J]. *JACC Cardiovascular Imaging*, 2016, **9**(5): 559-564.
- [14] Morcillo S C, Roca J M, Masip J, et al. Detection of silent coronary artery disease by computed tomographic scan: coronary artery calcium versus noninvasive coronary angiography [J]. *Coronary Artery Disease*, 2011, **22**(1): 73-80.
- [15] 翟向红. 动态心电图在冠心病无症状性心肌缺血中的诊断价值分析[J]. 医药论坛杂志, 2017, **38**(4): 174-175.
- [16] 冷利华, 黄文胜, 汪念东, 等. 无症状心肌缺血患者动态心电图与冠状动脉CT血管造影的对比分析[J]. 心肺血管病杂志, 2013, **32**(3): 277-279.
- [17] 叶海容, 邱丹丹. 24 h 动态心电图在中老年冠心病并发无症状心肌缺血中的早期诊断价值[J]. 中国医学创新, 2019, **16**(34): 123-126.