

ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像在冠状动脉 临界病变危险分层中的价值

李勇, 张海山, 胡文强, 骆雅丽, 辛越, 王丽娟, 孙英贤

(中国医科大学附属第一医院心内科, 辽宁省沈阳市 110000)

[关键词] 三磷酸腺苷; ^{99m}Tc -甲氧基异丁基异腈; 心肌 SPECT 显像; 冠状动脉临界病变; 危险分层

[摘要] **目的** 探讨三磷酸腺苷(ATP)负荷 ^{99m}Tc -甲氧基异丁基异腈(^{99m}Tc -MIBI)门控心肌单光子发射计算机断层显像(SPECT)在评价冠状动脉临界病变危险分层中的价值。**方法** 选择100例以冠状动脉造影明确诊断为冠状动脉临界病变的患者,行ATP负荷 ^{99m}Tc -MIBI门控心肌SPECT显像检查,将左心室心肌短轴和垂直长轴像划分为17个节段,采用视觉半定量评价法评价各心肌节段核素分布情况,计算左心室负荷总积分(SSS)、左心室静息总积分(SRS)、左心室总积分差(SDS),统计缺血节段数,根据SSS值和缺血节段数对患者进行危险分层;分析冠状动脉临界病变患者的危险分层及心肌缺血程度;探究冠状动脉临界病变狭窄程度与心肌缺血及危险分层的相关性。**结果** 100例冠状动脉临界病变患者,其中单支病变患者62例,双支病变患者33例,三支病变患者5例。对临界病变患者进行危险分层:低危组45例(45.0%),中危组34例(34.0%),高危组21例(21.0%)。多支病变组高危患者比例高于单支病变组,多支病变组SSS和SDS值也高于单支病变组($P < 0.05$),而SRS值无明显差异。所有患者共累及143支冠状动脉临界病变,其中左前降支84支,左回旋支29支,右冠状动脉30支,三组之间SSS值、SDS值、SRS值无明显差异($P > 0.05$)。冠状动脉临界病变患者中,轻度狭窄患者与中度狭窄患者间低、中、高危患者的分布无明显差异。冠状动脉狭窄程度与SSS、SRS及SDS间无相关关系。ATP负荷 ^{99m}Tc -MIBI门控心肌SPECT显像对冠状动脉临界病变患者心肌缺血检出率显著高于动态心电图检出率(76.0%比39.0%, $P < 0.05$)。**结论** ATP负荷 ^{99m}Tc -MIBI门控心肌SPECT显像可以较准确地对冠状动脉临界病变患者进行危险分层,指导临床治疗。

[中图分类号] R445.4

[文献标识码] A

The value of ATP stress ^{99m}Tc -MIBI gated myocardial SPECT imaging in the risk stratification of intermediate coronary lesion

LI Yong, ZHANG Hai-Shan, HU Wen-Qiang, LUO Ya-Li, XIN Yue, WANG Li-Juan, SUN Ying-Xian

(Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110000, Liaoning, China)

[KEY WORDS] Adenosine triphosphate; ^{99m}Tc -Methoxyisobutylisonitri; Myocardial single-photon tomography imaging; Intermediate coronary lesions; Risk stratification

[ABSTRACT] **Aim** To explore the value of adenosine triphosphate (ATP) stress ^{99m}Tc -Methoxyisobutylisonitri (^{99m}Tc -MIBI) gated myocardial single-photon tomography (SPECT) imaging for making risk stratification in the patients with intermediate coronary lesions. **Methods** In this study, 100 patients with intermediate coronary lesions, diagnosed by coronary angiography (CAG) were involved. The short axis and vertical long axis slices of left ventricular myocardial were divided into 17 segments by ATP stress ^{99m}Tc -MIBI gated myocardial SPECT examination. We evaluated radionuclide distribution of each segment sections of left ventricular myocardium with semiquantitative visual method, calculated summed stress score (SSS), summed rest score (SRS), summed difference score (SDS), and ischemia segment number of left ventricular, analyzed the severity myocardial ischemia, and made risk stratification, compared with the severity and vessel narrowness of intermediate coronary lesions. **Results** A total of 100 patients with intermediate coronary lesions were enrolled in this study, including 62 patients with single intermediate coronary lesion, 33 patients with double-vessel

[收稿日期] 2017-08-02

[修回日期] 2017-12-13

[作者简介] 李勇, 硕士研究生, 主要从事冠心病诊治研究, E-mail 为 1334279631@qq.com。通讯作者王丽娟, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事心脏核医学研究, E-mail 为 wlj199810@163.com。

lesions, and 5 patients with three. The risk stratification of patients with intermediate coronary lesions was divided into 45 cases (45.0%) in low risk group, 34 cases in middle risk group (34.0%) and 21 cases in high risk group (21.0%). The proportion of high-risk patients in multi-vessel disease group was higher, SSS and SDS were higher than those in single-vessel disease group. And there were significant differences of SSS and SDS between the two groups ($P < 0.05$), but there was no significant difference of SRS ($P > 0.05$). All patients had a total of 143 intermediate coronary lesions, including 84 LADs, 29 LCXs, 30 RCAs. SSS, SDS, SRS were not significantly different between the three groups ($P > 0.05$). There was no significant difference in risk stratification between patients with mild stenosis and moderate stenosis. Narrowness has no correlation with SSS, SRS and SDS in all intermediate coronary lesions regardless LAD, LCX or RCA. The result of ATP stress ^{99m}Tc -MIBI gated myocardial SPECT was significantly higher than that in dynamic electrocardiogram (76.0% vs 39.0%, $P < 0.05$). **Conclusion** ATP stress ^{99m}Tc -MIBI myocardial SPECT imaging could make risk stratification more precisely in the patients with intermediate coronary artery lesions, and guide clinical treatment.

冠状动脉造影 (coronary angiography, CAG) 是目前诊断冠心病的金标准, 经冠状动脉造影直径法测得狭窄程度为 50%~70% 的病变, 被称为冠状动脉临界病变 (intermediate coronary lesion, ICL)^[1]。在临床上临界病变的发生率远高于显著病变; 临界病变中部分病变性质不稳定, 是导致急性心肌梗死的罪犯血管^[2-3]。因此, 冠状动脉临界病变也需给予足够的重视。

CAG 的不足在于其只能对狭窄血管进行解剖学评价, 不能对病变处心肌进行病理生理及功能性评价。临床上对于 CAG 确定为冠状动脉临界病变的患者采取何种治疗方案尚无定论。Lin 等^[4] 对 163 例冠心病患者进行 CAG 或冠状动脉 CT 造影 (coronary CT angiography, CTA) 及核素心肌灌注显像检查, 其中 39 例患者存在明显冠状动脉狭窄但心肌灌注负荷显像结果正常, 这说明冠状动脉狭窄与心肌血流灌注异常并不完全一致。Park 等^[5] 研究发现, 当血管内超声 (intravascular ultrasound, IVUS) 测定最小管腔面积 $\leq 2.4 \text{ mm}^2$ 时, 仍有 30% 血管病变的血流储备分数 (fractional flow reserve, FFR) ≥ 0.8 , 进一步说明冠状动脉狭窄与心肌缺血并非对应关系。临床上, 可以通过测量病变血管 FFR 指导临界病变的治疗, 以 $\text{FFR} < 0.8$ 作为介入治疗的依据。但 FFR 测量是有创性检查, 价格昂贵, 不利于临床普及, 而负荷门控心肌灌注显像具有无创性、可以准确评价心肌缺血的范围与程度的优势。近年来, 腺苷负荷心肌灌注显像广泛应用于临床。ACC/AHA/ASNC 也在指南中明确指出腺苷负荷心肌灌注显像具有重要的临床价值^[6]。三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP) 可以在人体内迅速代谢为腺苷, 发挥与腺苷同等的作用, 而且价格低廉^[7]。本研究选择 CAG 诊断为冠状动脉临界病变且未行 PCI 治疗的患者, 进行 ATP 负荷 ^{99m}Tc -甲氧基异丁基异脲 (^{99m}Tc -Methoxyisobutylisonitri, ^{99m}Tc -MIBI) 门控

心肌单光子计算机断层显像 (single photon emission computed tomography, SPECT), 评价临界病变患者心肌缺血的范围与程度, 进一步探讨 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像在冠状动脉临界病变危险分层中的应用价值, 以指导临界病变患者的治疗。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选择 2015 年 9 月至 2017 年 2 月于中国医科大学附属第一医院行冠状动脉造影检查诊断为冠状动脉临界病变 (病变血管狭窄程度在 50%~70%) 的患者 100 例, 其中男 60 例, 女 40 例, 年龄 40~85 岁, 平均 60.89 ± 9.06 岁。并于造影 1 个月内进行 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像。排除标准: ①病态窦房结综合征、高度房室传导阻滞; ②心脏瓣膜病; ③扩张型心肌病; ④严重哮喘; ⑤严重心功能不全 (NYHA ≥ 3 级); ⑥肥厚性心肌病。

1.2 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像

1.2.1 ATP 负荷试验 在 CAG 术后 1 月内行 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像, 在检查前至少停用 β 受体阻滞剂、硝酸酯类药物、钙离子拮抗剂 24 h, 停用茶碱类药物至少 12 h。负荷试验前建立双静脉通路, 应用静脉微量泵在一个通路以 $0.16 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 匀速注射 ATP (上海嘉禾生物药业有限公司) 6 min, 在注射开始后第 3 min 经另一个通路注射 ^{99m}Tc -MIBI [^{99m}Tc (原子高科股份有限公司); MIBI (江苏原子医学研究所江原制药厂)] 740 MBq。在注射 ATP 前、注射第 3 min、注射结束及注射结束后 3 min 分别行一次 12 导联心电图检查, 并全程监测患者血压、心率及其他症状。终止标准: ①出现严重心绞痛同时伴有明显 ST 段改变; ②心电图出现严重的心律失常或重度房室传导阻滞; ③达到总剂量 ($0.8 \text{ mg}/\text{kg}$); ④血压明显增高 (\geq

180/100 mmHg);⑤血压明显降低,伴头晕、恶心、大汗等不良反应。

1.2.2 图像采集与处理 ATP 负荷试验结束后 30 min 进食脂肪餐,1 h 后使用德国西门子的 SYMBIA T2 单光子发射型计算机断层显像仪,探头 180°采集,从右前斜 45°至左后斜 45°,6°/体位,40 s/体位,每心动周期 8 帧。采用 QPS2009 和 QGS2009 软件对门控断层图像进行处理,得到短轴、垂直长轴和水平长轴断层图像,以及左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)等功能学参数。在^{99m}Tc-MIBI SPECT 图像上,将左心室短轴像分为心尖部、短轴中部及基底部,加上垂直长轴像的心尖部共划分为 17 个节段,冠状动脉血管支配区域如图 1 所示。ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心

肌 SPECT 显像核素评价由两位或两位以上有经验的核医学医师对每个节段的核素分布进行视觉的评价。ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像在心肌某一节段出现放射性核素分布稀疏或缺损,如静息显像恢复正常,则该心肌节段为缺血改变;如仍为分布缺损,则判定为心肌梗死改变;如核素缺损部分改善,则判定为心肌梗死合并心肌缺血,每个部位至少 2 个或 2 个以上节段有上述三种情况者,判断为 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像为阳性^[8]。将心肌显像上各心肌节段的核素分布与该图像的标准色差板进行对比,来判断心肌核素摄取减低的程度。核素分布正常显示为红或白色,随着心肌核素摄取的减低,图像逐渐变为黄、绿色,重度减低时呈蓝色。

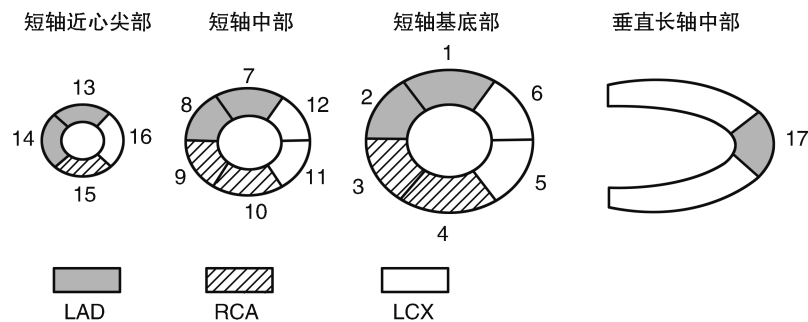


图 1. ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像的冠状动脉供血心肌节段示意图

Figure 1. Myocardial segmental map of coronary artery blood supply by ATP stress ^{99m}Tc-MIBI gated myocardial SPECT imaging

1.2.3 核素分布评价方法 采用视觉的半定量方法(0~3分4级法)^[9],即 0 分:正常;1 分:轻度减低;2 分:中度减低;3 分:明显减低或缺损。计算负荷心肌显像左心室心肌各节段核素分布的总积分,即左心室负荷总积分(summed stress score, SSS)。左心室负荷总积分 4~8 分为轻度缺血,9~13 分为中度缺血,>13 分为重度缺血。根据累及节段数,1~2 段为轻度异常,3~4 段为中度异常,≥5 段为重度异常。用同样标准对静息心肌显像图像进行分析,统计静息左心室总积分(summed rest score, SRS),SSS 与 SRS 的差值即为静息与负荷时缺血节段的总积分差(summed difference score, SDS)。

1.2.4 危险分层的评价 根据累及节段数和 SSS 进行综合评估,将负荷门控 SPECT 显像结果阴性、或 SSS 值及累及节段数均符合轻度异常患者定义为低危患者,将 SSS 值或累及节段数任意一项符合中度异常者定义为中危患者,将 SSS 值或节段数任意

一项符合重度异常组定义为高危患者。

1.3 CAG 检查

由有经验的心血管介入医师使用 Philips 数字血管减影机,采用 Judkin's 法经桡动脉或股动脉穿刺行选择性左、右冠状动脉造影。根据美国心脏病协会分类标准将冠状动脉分为左前降支(left anterior descending branch, LAD)、左回旋支(left circumflex artery, LCX)及右冠状动脉(right coronary artery, RCA)共 14 段,以冠状动脉主要分支一支或多支病变血管狭窄程度在 50%~70%的患者定义为冠状动脉临界病变患者,将其中 50%≤狭窄程度≤60%的病变定义为轻度狭窄临界病变,60%<狭窄程度≤70%的病变定义为中度狭窄临界病变。

1.4 动态心电图检查

应用 24 h 动态心电图监测仪(Holter)检查,动态心电图 ST 段压低的标准参照 ACC/AHA 制定的标准^[10]:①J 点后 80 ms 处测量 ST 段,呈水平型或

下斜型压低 ≥ 0.1 mV,原有 ST 段已压低者,要在此基础上再压低 ≥ 0.1 mV;②每次发作引起 ST 段明显移位至少持续 ≥ 1 min;③两次发作间隔 > 5 min。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行数据统计分析。计数资料用例数或率表示,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示。两组间等级资料比较采用 Mann-Whitney 检验,多组间计量资料比较采用单因素方差分析 Bonferroni 法,等级资料与连续变量资料间的相关性以 Spearman 相关分析进行分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 冠状动脉临界病变患者的基本资料

本研究共纳入 100 例患者,男 60 例,女 40 例,年龄 60.89 ± 9.06 岁。其中单支病变患者 62 例,双支病变患者 33 例,三支病变患者 5 例。病变血管总数 143 支,其中 LAD 84 支,LCX 30 支,RCA 29 支。

2.2 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像对冠状动脉临界病变危险分层的评价

根据 ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像结果,综合考虑临界病变患者 SSS 值及累及心肌节段数,将 100 例患者分为低危组 45 例(45.0%),中危组 34 例(34.0%),高危组 21 例(21.0%)。可见临界病变患者以低、中危患者为主。图 2A 所示为不稳定型心绞痛患者,女,85 岁,冠状动脉造影显示左前降支# 6 60%狭窄,右冠状动脉#2 60%狭窄,ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像负荷像及静息像显示各心肌节段核素分布正常,负荷积分为零分,所以判断为低危患者。图 2B 所示为另一不稳定型心绞痛患者,男,52 岁,冠状动脉造影显示左前降支#7 70%狭窄,# 9 70%,右冠状动脉#1 60%,#3 50%狭窄,ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像显示近心尖段左心室前壁、间隔、心尖部及下后壁心肌核素分布轻度减低,静息时明显改善,SSS 为 9 分,且 9 个心肌节段核素分布减低,故判断为高危患者。

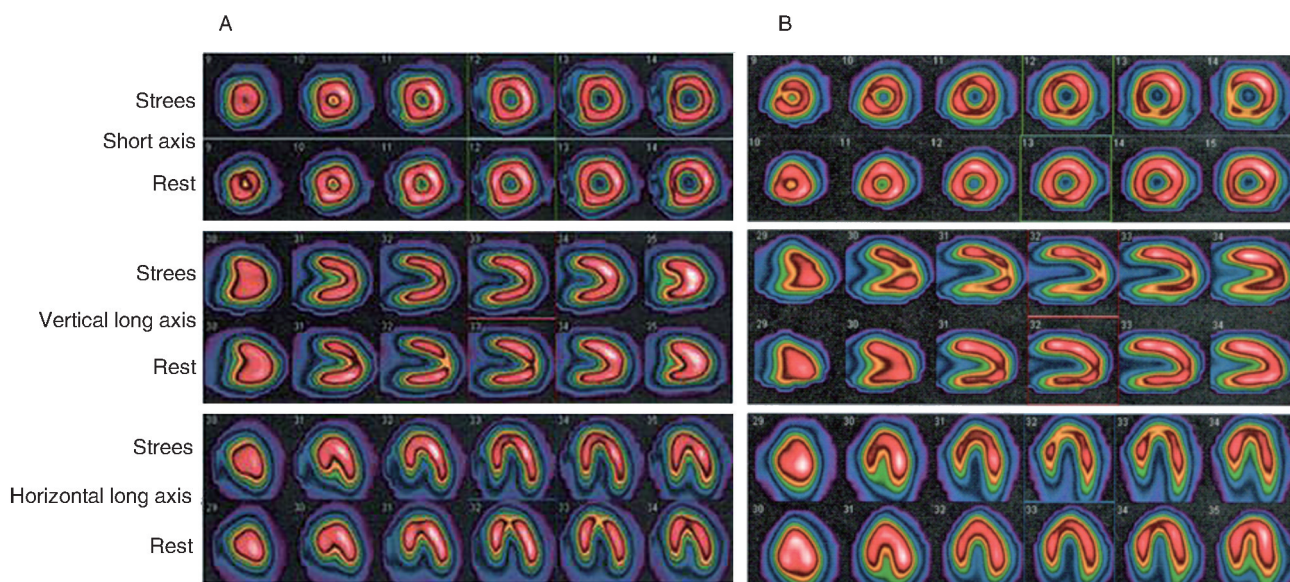


图 2. ATP 负荷 ^{99m}Tc -MIBI 门控心肌 SPECT 显像

Figure 2. ATP stress ^{99m}Tc -MIBI gated myocardial SPECT imaging

2.3 不同支数冠状动脉临界病变患者危险分层的比较

将 100 例患者分为单支病变组 62 例,多支病变组 38 例,比较两组患者的危险分层。可见单支病变组与多支病变组患者危险分层存在统计学差异($P<0.05$)。单支病变组高危患者占 11.29%,多支病变组高危患者占 36.84%,多支病变组高危患者比例高于单支病变组;单支病变组中危患者占 37.09%,多

支病变组中危患者占 28.95%,单支病变组中危患者比例高于多支病变组;单支病变组低危患者占 51.61%,多支病变组低危患者占 34.21%,单支病变组低危患者比例高于多支病变组(表 1)。

2.4 不同支数冠状动脉临界病变患者 SSS、SRS 及 SDS 值比较

多支病变组 SSS 和 SDS 值明显高于单支病变组($P<0.05$),多支病变组 SRS 值高于单支病变组,

但组间无明显差异(表2)。

表 1. 冠状动脉单支病变患者与多支病变患者危险分层的比较

Table 1. Comparison of the risk stratification between patients with single and multiple intermediate coronary lesions

危险分层	单支病变(例)	多支病变(例)
低危	32	13
中危	23	11
高危	7	14

$P=0.012$

表 2. 冠状动脉单支病变与多支病变患者 SSS、SRS 及 SDS 值比较

Table 2. Comparison of SSS, SRS and SDS values in patients with single and multiple intermediate coronary lesions

分组	SSS	SRS	SDS
单支病变组	4.42±3.46	2.26±2.83	2.16±2.31
多支病变组	6.24±4.33 ^a	2.84±2.85	3.39±3.17 ^a

a 为 $P<0.05$,与单支病变组比较。

2.5 不同冠状动脉临界病变患者 SSS、SRS 及 SDS 值比较

100 例患者病变共累及 143 支冠状动脉,其中左前降支 84 支,左回旋支 30 支,右冠状动脉 29 支。经分析,LAD、LCX 及 RCA 临界病变支配区域 SSS、SDS 及 SRS 值无明显差异($P>0.05$;表 3)。

表 3. 不同冠状动脉临界病变患者 SSS、SRS 及 SDS 值比较

Table 3. Comparison of SSS, SRS and SDS values in patients with different intermediate coronary lesions

指标	LAD	LCX	RCA	P 值
SSS	3.06±2.708	2.24±1.902	2.97±2.327	0.307
SRS	1.56±2.230	0.97±1.401	1.41±2.022	0.397
SDS	1.51±1.501	1.28±1.306	1.47±1.481	0.736

2.6 不同狭窄程度冠状动脉临界病变危险分层的比较

100 例患者病变共累及 143 支冠状动脉,其中轻度狭窄 103 支,中度狭窄 40 支,轻度狭窄组与中度狭窄组间低、中、高危患者的分布无明显差异($P>0.05$;表 4)。

2.7 临界病变血管狭窄程度与 SSS、SRS、SDS 值的相关性分析

143 支临界病变血管,其中 LAD 84 支,LCX 30

支,RCA 29 支。计算各支临界病变血管支配区域的 SSS、SRS 及 SDS 值,分析所有临界病变血管。经分析,LAD、LCX、RCA 血管狭窄程度与 SSS、SRS 及 SDS 值间无相关关系(表 5)。

表 4. 不同狭窄程度冠状动脉临界病变危险分层的比较(例)

Table 4. Comparison of risk stratification in patients with intermediate coronary lesions with different stenosis level (Case)

危险分层	轻度狭窄组	中度狭窄组
低危	29	16
中危	25	9
高危	11	10

$P=0.624$

表 5. 临界病变血管狭窄程度与 SSS、SRS、SDS 值的相关性分析

Table 5. Correlation analysis of the degree of vascular stenosis of intermediate coronary lesion and its SSS, SRS and SDS

分组		r 值	P 值
所有临界病变血管($n=143$)	SSS	0.051	0.543
	SDS	0.126	0.133
	SRS	-0.016	0.847
LAD($n=84$)	SSS	0.081	0.462
	SDS	0.123	0.267
	SRS	0.019	0.865
LCX($n=30$)	SSS	-0.045	0.814
	SDS	0.139	0.465
	SRS	-0.135	0.476
RCA($n=29$)	SSS	-0.040	0.836
	SDS	0.075	0.698
	SRS	-0.147	0.447

2.8 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像与动态心电图对冠状动脉临界病变患者心肌缺血检出率的比较

在 100 例冠状动脉临界病变患者中,经 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像判断为心肌缺血患者 76 例,心肌缺血检出率为 76.0%;经动态心电图检查判断为心肌缺血患者 39 例,心肌缺血检出率为 39.0%,ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像对冠状动脉临界病变患者心肌缺血检出率高于动态心电图检查($P<0.001$)。

3 讨论

在临床上,临界病变一般不会引起严重的心肌

缺血,但部分临界病变是不稳定病变,是导致急性冠状动脉综合症的罪犯血管。Frobert 等^[11]对 156 例心肌梗死患者行 CAG 检查,发现 96% 的罪犯血管(151 例患者)狭窄程度>50%,其中 30% 的罪犯血管(48 例患者)为临界病变。提示冠状动脉临界病变也具有很高的危险性,需要给予足够的重视,进一步评价冠状动脉临界病变患者的危险分层。

冠状动脉血流储备分数(fractional flow reserve, FFR)是当前指导临界病变是否行血运重建的“金标准”。多项研究显示,对于冠状动脉临界病变的患者,根据 FFR 指导是否行介入治疗是可行的,并可以准确评估预后^[12-13]。对比 FFR,药物负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像则安全、无创、经济实用。腺苷是目前最为常用的负荷药物,通过激活腺苷酸环化酶,使钙离子内流减少,导致冠状动脉扩张。在腺苷作用下,正常冠状动脉可扩张至静息状态下的 4~5 倍,而病变血管扩张受限,使血液更多流向正常心肌,导致冠状动脉病变血流进一步减少,此现象称为冠状动脉“窃血现象”。被“窃血”的心肌因血流灌注不足在负荷心肌显像时出现核素分布稀疏、缺损区,这提高了心肌缺血的检出率^[14]。ATP 在体内通过三次脱磷酸代谢为腺苷,引起冠状动脉临界病变区域的心肌血流减少,因半衰期仅为 20 s,其导致的胸闷、心慌及头晕的副作用很快消失。本研究中,100 例冠状动脉临界病变患者 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像结果显示,阴性例数 24 例(24.0%),阳性例数 76 例(76.0%),可见临界病变患者心肌缺血比例较高,应该给予足够重视;危险分层结果显示,低危组 45 例(45.0%),中危组 34 例(34.0%),高危组 19 例(21.0%),可见临界病变患者中主要为低、中危患者,与既往的研究^[15]结果一致。

对于冠心病患者,多支病变较单支病变通常会造造成更严重心肌缺血。国内有研究显示多支病变不仅心肌受累面积更大,在病理结构上多支病变血管钙化程度与钙化几率也更高^[16]。本研究将 100 例患者按累计临界病变支数分为两组进行分析,单支病变患者 62 例,多支病变患者 38 例。多支病变组高危患者比例明显高于低危组;单支病变组低、中危患者比例明显高于多支病变组,且多支病变组 SSS、SDS 值也明显高于单支病变组。可见多支病变患者较单支病变患者危险性更高,心肌缺血程度更重。另有研究发现,对于心肌梗死的多支临界病变患者,其非罪犯血管病变进展可能性较大^[17]。这可能与动脉硬化是全身性疾病,多支病变患者通常具

有更多高危因素有关。有研究发现高血压、糖尿病患者更容易发生冠状动脉多支病变,因此多支病变患者通常更加高危^[18]。对于多支病变患者,其临界病变造成心血管事件的可能性更高,更加需要进行危险分层,以进一步指导治疗。本研究结果中显示的两个病例均为多支病变患者,其中一个 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像结果显示为低危患者,建议药物治疗;另一个结果显示为高危患者,建议针对导致严重心肌缺血的 LAD 进行介入治疗。

本研究按病变最严重血管将患者分为轻度狭窄组和中度狭窄组,两组间低、中、高危患者的分布无明显差异。并单独计算每支临界病变血管支配区域的 SSS、SRS 及 SDS 值,发现每支血管的狭窄程度与 SSS、SRS 及 SDS 值无明显相关关系。结果与既往研究^[19]一致,说明对于临界病变患者,狭窄程度对心肌缺血严重程度的影响较小。对于大部分轻度和重度冠状动脉病变患者形态学与功能学改变一致,但对于中度狭窄冠状动脉病变患者,血流动力学变化最不稳定,因此造成心肌血流灌注的影响与临界病变狭窄程度无关^[20]。另外,本研究也提示各临界病变血管造成心肌缺血程度与临界病变血管位置无关。

因为心脏的代偿和调节能力很强,冠状动脉即使已经明显狭窄(>70%),非负荷方法很难发现异常^[21]。本研究中 100 例患者均进行动态心电图检查,判断为心肌缺血患者 39 例,心肌缺血检出率为 39.0%,ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像对心肌缺血的检出率(76.0%)明显高于动态心电图检查。证实了 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像在准确评价心肌缺血中的优势。有研究发现,负荷核素心肌灌注显像结果异常越明显,患者预后越差^[22]。冠状动脉临界病变,作为冠状动脉长期弥漫性病理改变的一段过程,判断其是否对冠状动脉血流灌注及心脏功能产生影响,将对评估预后和选择治疗策略有一定的指导意义^[23]。

本研究通过对冠状动脉临界病变患者心肌缺血情况的评估,进而进行危险分层,但未进行预后的评估,需要对冠状动脉临界病变患者进行长期随访,并观察中、高危患者的预后及治疗效果。

综上所述,ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 门控心肌 SPECT 显像能较准确地评价冠状动脉临界病变患者冠状动脉的病理生理情况,评估其所致心肌缺血范围和程度,进一步对患者进行危险分层,对临床治疗具有一定的指导价值。因此,临床上明确诊断为冠状动脉临界病变的患者,特别是多支临界病变患者,

应进一步行 ATP 负荷门控心肌灌注显像,进行危险分层,以选择临床治疗方案。今后,我们还要进一步探讨 ATP 负荷^{99m}Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像在评估冠状动脉临界病变患者预后方面的价值。

[参考文献]

- [1] Rolf Gebker M, Frick C, Jahnke A, et al. Value of additional myocardial perfusion imaging during dobutamine stress magnetic resonance for the assessment of intermediate coronary artery disease [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2012, 28: 89-97.
- [2] Killay S. What has intravascular ultrasound taught us about plaque biology[J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2001, 3(3): 260-266.
- [3] Manoharan G, Ntalianis A, Muller O, et al. Severity of coronary arterial stenoses responsible for acute coronary syndromes[J]. *Am J Cardiol*, 2009, 103(9): 1 183-188.
- [4] Lin F, Shaw LJ, Bermen DS, et al. Multidetector computed tomography coronary artery plaque predictors of stress-induced myocardial ischemia by SPECT[J]. *Atherosclerosis*, 2008, 197(2): 700-709.
- [5] Park SJ, Ahn JM, Kang SJ. Paradigm shift to functional angioplasty: new insights for fractional flow reserve and intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention[J]. *Circulation*, 2011, 124(8): 951-957.
- [6] Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH, et al. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging) [J]. *Circulation*, 2003, 108: 1 404-418.
- [7] 潘靖,王颖,王丽娟,等.三磷酸腺苷负荷^{99m}锝-甲氧基异丁基异腈门控心肌灌注显像在评价 X 综合征中的临床价值[J]. *中国循环杂志*, 2014, 29(5): 331-334.
- [8] 黄钢,石洪成,王倩,等.心脏核医学[M].上海:上海科学技术出版社,2011,77.
- [9] Nakata T, Hashimoto A, Matsuki T, et al. Prognostic value of automated SPECT scoring system for coronary artery disease in stress myocardial perfusion and fatty acid metabolism imaging[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(1): 253-262.
- [10] Crawford MH, Bernstein SJ, Deedwania PC, et al. ACC/AHA Guidelines for Ambulatory Electrocardiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guideline. Developed in collaboration with the Noah American Society for Pacing and Electrophysiology[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1999, 34(3): 912-948.
- [11] Frobert O, Van't Veer M, Aarnoudse W, et al. Acute myocardial infarction and underlying stenosis severity[J]. *Cathet Cardiovasc Interv*, 2007, 70(7): 958-965.
- [12] Dongfeng Zhang, Shuzheng Lv, Xiantao Song, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention: a meta-analysis[J]. *Heart*, 2015, 101(6): 455-462.
- [13] De BB, Pijls NH, Kalesan B, et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(11): 991-1 001.
- [14] Alberto Conti, Yuri Mariannini, Erica Canuti, et al. Nuclear scan strategy and outcomes in chest pain patients value of stress testing with dipyridamole or adenosine[J]. *World J Nucl Med*, 2014, 13(2): 94-101.
- [15] 应红.核素心肌灌注显像在冠心病危险度分层中的临床意义[J]. *重庆医学*, 2009, 38(12): 1 500-501.
- [16] 高晓慧,杨新春,王乐丰,等.冠状动脉粥样硬化性心脏病单支病变和多支病变的血管壁结构的对比研究[J]. *中国循环杂志*, 2006, 21(6): 419-422.
- [17] 陈纪林,延荣强.冠状动脉临界病变介入治疗的新思路[J]. *中国循环杂志*, 2013, 28(2): 81-82.
- [18] 高洁,耿晓雯,吕中华,等.冠状动脉多支病变的危险因素分析[J]. *解放军医学院学报*, 2016, 37(5): 413-416.
- [19] 陈同生.冠状动脉临界病变心肌灌注显像与冠状动脉狭窄程度和症状的相关性研究[J]. *河北医药*, 2014, 36(4): 540-543.
- [20] 贺毅,王瑞,张传臣,等. CCTA 评价冠状动脉狭窄程度与 SPECT 心肌灌注显像关系的研究[J]. *实用放射学杂志*, 2015, 31(2): 219-222.
- [21] Miller TD, Askew JW, Anavekar NS. Noninvasive stress testing for coronary artery disease[J]. *Heart Fail Clin*, 2016, 12(1): 65-82.
- [22] Nishimura T, Nakajima K, Kusuoka H, et al. Prognostic study of risk stratification among Japanese patients with aschemic heart disease using gate myocardial perfusion SPECT: J-ACCESS study[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, 35: 319-328.
- [23] Nørgaard BL, Gørmøsen LC, Bøtker HE, et al. Myocardial perfusion imaging versus computed tomography angiography derived fractional flow reserve testing in stable patients with intermediate range coronary lesions: Influence on downstream diagnostic workflows and invasive angiography findings[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(8): e005587.

(此文编辑 文玉珊)