

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.12.007

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240401.1127.002\(2024-04-01\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240401.1127.002(2024-04-01))

动态单光子发射计算机断层成像检测异常灌注面积与冠状动脉严重程度的相关性分析*

李 柳¹, 郑庆厚¹, 高 歌¹, 李晓燕¹, 陈勤聪², 王 硕^{2△}

(1. 河北医科大学第一医院心内科, 石家庄 050011; 2. 石家庄市人民医院心内科, 石家庄 050031)

[摘要] **目的** 研究静息+瑞加诺生负荷动态单光子发射计算机断层成像(D-SPECT)检测的异常灌注面积与冠状动脉病变严重程度的相关性。**方法** 选取 2022 年 4 月 1 日至 2023 年 4 月 1 日在河北医科大学第一医院心内科住院, 需行冠状动脉造影及经皮冠状动脉介入(PCI)的患者 100 例作为研究对象, 采用心脏专用机 D-SPECT 行静息+瑞加诺生负荷检测。按照瑞加诺生负荷 D-SPECT 时较静息检查时出现心肌节段性放射核素分布稀疏或者缺损的范围占比, 将患者分为轻度缺血组(范围 $<10\%$)、中度缺血组(范围为 $10\% \sim 20\%$)、重度缺血组(范围 $>20\%$), 并行冠状动脉造影检查, 计算 Gensini 评分。**结果** 重度缺血组患者 Gensini 评分为 (55.70 ± 20.60) 分, 高于中度缺血组的 (41.88 ± 28.07) 分和轻度缺血组的 (39.71 ± 21.40) 分, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 轻度缺血组和中度缺血组 Gensini 评分比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。重度缺血组的平均支架长度为 (30.50 ± 7.47) mm, 高于轻度缺血组的 (20.90 ± 4.72) mm 和中度缺血组的 (23.50 ± 3.87) mm, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 轻度缺血组和中度缺血组平均支架长度比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 应用静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测的异常灌注面积有助于评估冠状动脉病变严重程度及需植入支架长度。

[关键词] 瑞加诺生; 动态单光子发射计算机断层成像; Gensini 评分; 支架长度; 冠状动脉

[中图分类号] R541.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)12-1793-05

Analysis on correlation between abnormal perfusion area detected by single-photon emission computed tomography system and coronary artery severity degree*

LI Liu¹, ZHENG Qinghou¹, GAO Ge¹, LI Xiaoyan¹, CHEN Qincong², WANG Shuo^{2△}

(1. Department of Cardiology, First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050011, China; 2. Department of Cardiology, Shijiazhuang Municipal People's Hospital, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

[Abstract] **Objective** To study the correlation between the abnormal perfusion area detected by resting+regadenoson stress D-SPECT and the severity of coronary arterial lesions. **Methods** One hundred patients needing coronary angiography and PCI admitted in the cardiology department of First Hospital of Hebei Medical University from April 1, 2022 to April 1, 2023 were selected as the study subjects. The resting+regadenoson loading examination was performed by using the special cardiac machine D-SPECT. The patients were divided into the mild ischemia group (range $<10\%$), moderate ischemia group (range $10\% - 20\%$) and severe ischemia group (range $>20\%$) according to the proportion of sparse or defect appearance in myocardial segmental radionuclide distribution during regadenoson stress D-SPECT in comparison with resting examination. The coronary arterial angiography was performed. The Gensini score was calculated. **Results** The Gensini score in the severe ischemia group was (55.70 ± 20.60) points, which was higher than (41.88 ± 28.07) points in the moderate ischemia group and (39.71 ± 21.40) points in the mild ischemia group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the Gensini score between the mild ischemia group and moderate ischemia group ($P > 0.05$). The mean stent length in the severe ischemia group was (30.50 ± 7.47) mm, which was significantly higher than (20.90 ± 4.72) mm in the mild ischemia group and (23.50 ± 3.87) mm in the moderate ischemia group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the mean stent length between the mild ischemia group and moderate ischemia group ($P > 0.05$). **Conclusion** The abnormal

perfusion area detected by resting+regadenoson stress D-SPECT is conducive to evaluate the severity of coronary arterial lesions and the length of needing implantation stent.

[Key words] regadenoson; dynamic single-photon emission computed tomography; Gensini score; stent length; coronary artery

目前,临床公认核素心肌血流灌注显像(myocardial perfusion imaging, MPI)是诊断心肌缺血较为准确的无创检查方法^[1],动态单光子发射计算机断层成像(dynamic single-photon emission computed tomography, D-SPECT)是新型的心脏专用扫描仪器,最适合进行 MPI^[2]。然而,冠状动脉具有强大的代偿能力,即便冠状动脉严重狭窄达 90%,静息状态下 MPI 仍可表现为正常^[3]。但是,在药物负荷的状态下,狭窄的冠状动脉无法有效扩张,增加的血流量小于正常冠状动脉,会导致缺血的心肌和正常的心肌在显像剂分布上出现差异。1994 年,美国心脏病学会/美国心脏病学会指南首次强调了药物负荷 MPI 对缺血性心脏病有较高的诊断灵敏度和特异度^[4]。瑞加诺生是新型腺苷 A_{2A} 受体激动剂,与传统腺苷注射液比较优势明显,该药物不收缩支气管,对房室传导无影响,安全性增加,已于 2008 年被美国食品药品监督管理局批准用于 MPI^[5]。冠状动脉造影是目前诊断冠状动脉狭窄解剖学层面的“金标准”。本研究纳入冠心病拟行冠状动脉造影患者,行静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测,分析其与冠状动脉造影结果的相关性,为指导冠心病治疗提供新的临床思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 4 月 1 日至 2023 年 4 月 1 日在河北医科大学第一医院心内科住院,拟行冠状动脉造影的患者 100 例作为研究对象,其中男 64 例,女 36 例,年龄 34~74 岁,平均(47.56±9.23)岁。纳入标准:(1)年龄 20~75 岁;(2)临床诊断为冠心病(符合人民卫生出版社第 8 版《内科学》对冠心病的诊断标准^[6])并准备行冠状动脉造影及经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI);(3)自愿参加,同意并能够耐受静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测;(4)静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测结果出现心肌节段性放射核素分布稀疏或者缺损。排除标准:(1)患有心肌梗死或者左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) < 30%;(2)患有窦房结疾病(带有起搏器者除外);(3)Ⅱ度或Ⅲ度房室传导阻滞(带有起搏器者除外);(4)低血压(≤90/60 mmHg)或者高血压(≥180/110 mmHg);(5)患有严重心脏瓣膜病或者心肌、心包疾病,如重度主动脉瓣狭窄或者二尖瓣狭窄、肥厚梗阻性心肌病、心包疾病;(6)哮喘发作期或者严重的慢性阻塞性肺疾病(chron-

ic obstructive pulmonary disease, COPD);(7)对氨茶碱、多索茶碱、高钙-甲氧基异丁基异腓(⁹⁹Tcm-MIBI)过敏;(8)处于妊娠、哺乳期妇女,或者未采用避孕措施的育龄期妇女;(9)其他原因不适宜入选。本研究经河北医科大学第一医院医学伦理委员会审查批准(20220582)。

1.2 方法

1.2.1 D-SPECT 检测

所有入选患者行静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测,采用心脏专用机(以色列 SPectrum Dynamics 公司),显像剂应用⁹⁹Tcm-MIBI,负荷药物为瑞加诺生(南京海融医药科技股份有限公司)。按照瑞加诺生负荷 D-SPECT 时较静息检查出现心肌节段性放射核素分布稀疏或者缺损的范围占比,将患者分为轻度缺血组(范围 < 10%)、中度缺血组(范围为 10%~20%)、重度缺血组(范围 > 20%)^[7]。

采用瑞加诺生负荷⁹⁹Tcm-MIBI-静息显像一日法,所有患者均空腹检查,检查前停用茶碱类药物、β-阻滞剂、硝酸酯类药物 24 h,忌饮咖啡、可乐、茶,忌吸烟。准备好煎鸡蛋或者全脂蛋糕、全脂牛奶^[8]。首先静脉注射⁹⁹Tcm-MIBI 3.7×10⁸ Bq,30 min 后进食脂肪餐以排除胃肠干扰,1 h 后行静息 D-SPECT;患者休息 2 h 后,瑞加诺生注射液 0.4 mg 直接静脉注射行负荷 D-SPECT,注射完毕后继续静脉注射⁹⁹Tcm-MIBI,应用 QPS/QGS 软件进行处理。

1.2.2 冠状动脉造影

所有患者均进行冠状动脉造影,要求每个病变 2 个以上相互垂直体位的造影,狭窄程度由固定的两位心内科介入主任医师目测法测量,并计算 Gensini 评分。两位主任医师均为心血管冠状动脉造影培训导师,从业经验超过 20 年。

1.2.3 术后用药

心血管药物[例如抗血小板、他汀类药物、β-受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitor, ACEI)/血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂(angiotensinⅡ receptor antagonist, ARB)、降压药物、控糖药物等]依据患者个人情况服用,术后均请中医科给予红芪饮片,辨证施治,辅助患者治疗。

1.2.4 观察指标

(1)3 组患者 Gensini 评分。冠状动脉造影结果均由相同的两位主任医师进行判读,对每例患者冠状动脉病变狭窄程度进行定量评定。根据冠状动脉狭

窄程度确定基本评分,狭窄直径 < 25% 计 1 分, ≥ 25% ~ < 50% 计 2 分, ≥ 50% ~ < 75% 计 4 分, ≥ 75% ~ < 90% 计 8 分, ≥ 90% ~ < 99% 计 16 分, 99% ~ 100% 计 32 分。根据不同冠状动脉分支确定相应系数,左主干病变:得分 × 5;左前降支病变:近端得分 × 2.5,中段得分 × 1.5;对角支病变:D1 得分 × 1,D2 得分 × 0.5;左回旋支病变:近端得分 × 2.5,远端得分 × 1;后降支病变:得分 × 1;后侧支病变:得分 × 0.5;右冠状动脉病变:近、中、远和后降支得分 × 1。各病变得分总和即为患者的冠状动脉病变狭窄程度总积分。(2)3 组患者 PCI 治疗情况(平均支架长度和直径、平均靶血管狭窄程度)。(3)3 组患者行 D-SPECT 检查时的不良反应发生情况,包括心电图出现房室传导阻滞、ST-T 改变、血压变化[血压骤升(≥ 180/100 mmHg)或骤降(≤ 90/60 mmHg)]、支气管哮喘发作^[8]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS22.0 统计学软件进行数据处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,3 组间比较采用方差分析,组间两两比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料以例数或百分比表

示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者的临床特征比较

纳入的 100 例患者中轻度缺血 31 例,中度缺血 28 例,重度缺血 41 例。3 组患者临床特征比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 3 组患者的合并用药情况比较

3 组患者入院合并用药情况比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.3 3 组患者冠状动脉 Gensini 评分及 PCI 治疗情况比较

重度缺血组 Gensini 评分高于轻度缺血组和中度缺血组,差异有统计学意义($P < 0.05$);轻度缺血组和中度缺血组 Gensini 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。3 组平均靶血管狭窄程度、平均支架直径比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。重度缺血组平均支架长度长于轻度缺血组和中度缺血组,差异有统计学意义($P < 0.05$);轻度缺血组和中度缺血组平均支架长度差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 1 3 组患者的临床特征比较

项目	轻度缺血组(<i>n</i> = 31)	中度缺血组(<i>n</i> = 28)	重度缺血组(<i>n</i> = 41)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	47.74 ± 9.59	48.63 ± 6.47	49.69 ± 8.42	0.44	0.64
男性[<i>n</i> (%)]	20(64.5)	18(64.3)	27(65.9)	0.02	0.98
糖尿病[<i>n</i> (%)]	9(29.0)	8(28.6)	14(34.1)	0.32	0.85
高血压[<i>n</i> (%)]	12(38.7)	11(39.3)	15(36.6)	0.06	0.96
吸烟[<i>n</i> (%)]	10(32.3)	9(32.1)	13(31.7)	0.01	0.99
心脑血管病家族史[<i>n</i> (%)]	16(51.6)	15(53.6)	22(53.7)	0.03	0.98
哮喘/COPD 病史[<i>n</i> (%)]	5(16.1)	4(14.3)	7(17.1)	0.21	0.89
喜饮咖啡/茶/可乐[<i>n</i> (%)]	13(41.9)	11(39.3)	15(36.6)	0.21	0.89
ALT($\bar{x} \pm s$, U/L)	35.69 ± 16.52	34.37 ± 13.61	34.26 ± 11.79	0.11	0.89
AST($\bar{x} \pm s$, U/L)	36.13 ± 11.34	36.23 ± 10.37	35.69 ± 11.52	0.02	0.97
血肌酐($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	83.67 ± 22.73	84.11 ± 16.35	86.01 ± 14.33	0.17	0.83
总胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.89 ± 0.73	4.68 ± 0.82	4.87 ± 0.63	0.78	0.46
甘油三酯($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.31 ± 0.77	2.42 ± 0.90	2.51 ± 0.85	0.49	0.61
低密度脂蛋白胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	3.62 ± 1.53	3.45 ± 1.78	3.61 ± 1.94	0.08	0.91
高密度脂蛋白胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.11 ± 0.17	1.16 ± 0.55	1.12 ± 0.60	0.08	0.92

表 2 3 组患者的合并用药情况比较[*n*(%)]

项目	轻度缺血组(<i>n</i> = 31)	中度缺血组(<i>n</i> = 28)	重度缺血组(<i>n</i> = 41)	χ^2	<i>P</i>
阿司匹林	18(58.1)	17(60.7)	24(58.5)	0.04	0.97
吲哚布芬	13(41.9)	11(39.3)	17(41.5)	0.04	0.97
氯吡格雷	24(77.4)	22(78.6)	32(78.0)	0.01	0.99
替格瑞洛	7(22.6)	6(21.4)	9(22.0)	0.01	0.99

续表 2 3 组患者的合并用药情况比较[n(%)]

项目	轻度缺血组(n=31)	中度缺血组(n=28)	重度缺血组(n=41)	χ^2	P
硝酸酯类	16(51.6)	16(57.1)	24(58.5)	0.36	0.83
β -受体阻滞剂	18(58.1)	17(60.7)	27(65.9)	0.48	0.78
茶碱类	5(16.1)	4(14.3)	7(17.1)	0.21	0.89
降糖药物	9(29.0)	8(28.6)	14(34.1)	0.32	0.85
ACEI/ARB	12(38.7)	11(39.3)	15(36.6)	0.06	0.96

表 3 3 组患者的冠状动脉 Gensini 评分及 PCI 治疗情况比较($\bar{x} \pm s$)

项目	轻度缺血组(n=31)	中度缺血组(n=28)	重度缺血组(n=41)	F	P
Gensini 评分(分)	39.71 \pm 21.40 ^a	41.88 \pm 28.07 ^a	55.70 \pm 20.60	5.13	0.01 ^a
PCI 治疗情况					
平均靶血管狭窄程度(%)	87.60 \pm 10.70	86.30 \pm 12.90	88.20 \pm 11.50	0.22	0.80
平均支架直径(mm)	3.32 \pm 1.47	3.45 \pm 1.43	3.42 \pm 1.37	0.07	0.93
平均支架长度(mm)	20.90 \pm 4.72 ^a	23.50 \pm 3.87 ^a	30.50 \pm 7.47	32.31	0.01 ^a

^a: $P < 0.05$,与重度缺血组比较。

2.4 3 组患者不良反应发生情况比较

重度缺血组总不良反应发生率高于轻度缺血组和中度缺血组,但差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

表 4 3 组患者不良反应发生情况比较[n(%)]

项目	轻度缺血组(n=31)	中度缺血组(n=28)	重度缺血组(n=41)	P
心脏死亡	0	0	0	
房室传导阻滞	1(3.2)	1(3.6)	2(4.9)	0.38
ST-T 改变	1(3.2)	1(3.6)	3(7.3)	0.74
血压变化	1(3.2)	1(3.6)	1(2.4)	0.55
支气管哮喘发作	0	0	0	
总不良反应	3(9.7)	3(10.7)	6(14.6)	0.47

3 讨论

D-SPECT 具有更高的光子灵敏度和空间分辨率,配备 QPS/QGS 相位分析,对心肌缺血范围的判定更加准确^[9]。腺苷是一种冠状动脉扩张剂,通常用于各种心脏负荷试验,它与心脏平滑肌上的 A₂ 受体结合,可以扩张正常冠状动脉而不能有效扩张狭窄冠状动脉,导致正常冠状动脉和狭窄冠状动脉心肌间血流灌注出现差异^[10]。腺苷共有 4 个受体(A₁、A_{2A}、A_{2B}、A₃),和每个受体结合后产生不同的作用机制^[11-18],腺苷主要通过作用于 A_{2A} 受体来增加心肌血流量,而与 A₁、A_{2B} 和 A₃ 受体结合会产生负性肌力、负性频率、收缩支气管等不良反应^[5]。ROBERT 等^[19]表示,瑞加诺生 0.4 mg 诊断心肌缺血的符合率为 89%,而腺苷为 76%;AMI 等^[20]采用自动定量分析方法比较腺苷和瑞加诺生的 MPI,结果诊断心肌缺

血符合率均 $> 90\%$,提示新型高选择性腺苷 A_{2A} 受体激动药瑞加诺生用作心脏负荷试验准确度高且不良反应小。

本研究中,轻度缺血组、中度缺血组、重度缺血组患者临床特征、入院合并用药情况差异无统计学意义($P > 0.05$),表明 3 组患者特征均衡,具有可比性。重度缺血组冠状动脉 Gensini 评分明显高于轻度缺血组和中度缺血组,平均支架长度明显长于轻度缺血组和中度缺血组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),而 3 组的总不良反应发生率均 $< 15\%$,提示应用静息+瑞加诺生负荷 D-SPECT 检测的异常灌注面积有助于评估冠脉冠状动脉病变严重程度及需植入支架长度。由于研究样本量偏小,轻度缺血组和中度缺血组上述指标比较差异无统计学意义($P > 0.05$),有待后续大样本多中心研究来进一步证实本研究观点。

参考文献

- [1] GIBBONS R J, ABRAMS J, CHATTERJEE K, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina, summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. Circulation, 2003, 107(1): 149.
- [2] ALLIE R, HUTTON B F, PRVULOVICH E, et al. Pitfalls and artifacts using the D-SPECT dedicated cardiac camera[J]. J Nucl Cardiol, 2016, 23(2): 301-310.
- [3] 吴学思. 无创影像学检查在冠心病诊治中的应用

- 价值[J]. 中华老年心脑血管病志, 2008, 10(3): 161.
- [4] KLOCKE F J, BAIRD M G, LORELL B H, et al. ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging; executive summary; a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2003, 108(11): 1404-1418.
- [5] 黄震华. 新型腺苷 A(2A)受体激动药瑞加诺生 在心肌灌注显像中的应用[J]. 中国新药与临床 杂志, 2010, 29(10): 793-796.
- [6] 葛均波, 徐永健. 内科学[M]. 8 版. 北京: 人民卫 生出版社, 2014: 227.
- [7] 黄钢, 石洪成, 王丽娟, 等. 心脏核医学[M]. 上 海: 上海科学技术出版社, 2011: 77.
- [8] 张涵, 秦珊珊, 樊鑫, 等. D-SPECT 在冠心病患者 早期诊断和心功能评估中的价值[J]. 同济大 学学报(医学版), 2019, 40(2): 152-156.
- [9] CHOPRA S, SINGH S S, SOOD A, et al. Com- parison of positional artifacts in myocardial per- fusion imaging in supine and semi-reclining po- sition using dedicated D-SPECT cardiac camera: validation using CT based attenuation correction [J]. *J Nucl Cardiol*, 2023, 30(5): 1782-1793.
- [10] 王蓓, 王金城, 米宏志, 等. 国产腺苷介入心肌灌 注断层显像对心肌缺血的诊断价值[J]. 中华核 医学杂志, 2006, 26(2): 81-83.
- [11] SELIN S, MEDEONA G, MATTHEW L, et al. Positive regadenoson stress test in a patient on phentermine with normal coronaries [J]. *Cu- reus*, 2022, 14(12): e32138.
- [12] SHIVANI G P, NAZIA H, CYNTHIA K R, et al. Safety and efficacy of regadenoson for pedi- atric stress perfusion cardiac MRI with quanti- fication of myocardial blood flow [J]. *Children*, 2022, 9(9): 1332.
- [13] COURTNEY S, VY A P, JOSHUA R, et al. Safety and efficacy of IV theophylline for rega- denoson-associated side effect reversal [J]. *J Nucl Cardiol*, 2023, 30(2): 585-589.
- [14] BENJAMIN F, JAMES L, JEFFREY H J. Infer- ior myocardial infarction secondary to coro- nary artery vasospasm following regadenoson stress imaging [J]. *J Med Cases*, 2022, 13(1): 11-14.
- [15] THUY N, WILLIAM B, MIGUEL P H. Vaso- dilatory capacity with regadenoson myocardial perfusion imaging in patients with end stage liver disease [J]. *Circulation*, 2021, 144 (Suppl. 1): 13411.
- [16] JAVIER M, ANA E, MEYLIN C, et al. Safety, feasibility, and hemodynamic response of rega- denoson for stress perfusion CMR [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2023, 39(9): 1765-1774.
- [17] MUHAMMAD S K, ABDUL W A, RAMI D. The prognostic implications of ST-segment and T-wave abnormalities in patients undergoing rega- denoson stress SPECT myocardial perfusion ima- ging [J]. *J Nucl Cardiol*, 2022, 29(2): 810-821.
- [18] MARLY V A, TAYLOR M D, SHELDON E L, et al. The feasibility, tolerability, safety, and accuracy of low-radiation dynamic computed tomography myocardial perfusion imaging with regadenoson compared with single-photon e- mission computed tomography [J]. *J Thorac Imaging*, 2021, 36(6): 345-352.
- [19] ROBERT C H, TIMOTHY M B, MANUEL D C, et al. Initial clinical experience with regade- noson, a novel selective A2A agonist for phar- macologic stress single-photon emission com- puted tomography myocardial perfusion ima- ging [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(11): 2069-2075.
- [20] AMI E I, ERNEST V G, TRACY F. Analysis of serial images: a challenge and an opportunity [J]. *J Nucl Cardiol*, 2007, 15(1): 23-26.

(收稿日期: 2023-09-27 修回日期: 2024-03-02)

(编辑: 张芄捷)