

应用D-SPECT评估远程缺血预适应联合腺苷注射液在PCI患者中的作用

李柳¹, 李敏¹, 郑庆厚¹, 李晓燕¹, 赵甫刚¹, 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** 应用D-SPECT评价远程缺血预适应联合腺苷注射液在经皮冠状动脉介入治疗(PCI)患者中的作用。**方法** 选择需行冠状动脉造影术及支架植入术患者300例,按照随机数字表法分为常规治疗组(150例)和试验组(150例),常规治疗组给予冠状动脉粥样硬化性心脏病PCI术常规治疗,试验组在PCI术当日通过血压计袖带分别在左、右上臂充气至200 mmHg,持续加压5 min诱导2次远程缺血预适应,然后在患者PCI术中以50 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 泵入腺苷注射液至术毕,其他治疗同常规治疗组,并对所有患者进行冠状动脉SYNTAX II评分。应用静息D-SPECT+瑞加诺生负荷D-SPECT评估PCI术前及PCI术后7 d的心肌17节段分布下心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数和左心室射血分数情况。**结果** PCI术前2组患者心肌缺血节段数、心肌灌注总积分、左心室射血分数情况差异无统计学意义($P > 0.05$),PCI术后7 d试验组的心肌缺血节段数、心肌灌注总积分、左心室射血分数情况显著优于常规治疗组($P < 0.05$),2组患者在药物不良反应方面差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 远程缺血预适应联合腺苷注射液在PCI患者中应用安全有效。

关键词 缺血预适应; 腺苷注射液; 瑞加诺生; D-SPECT

中图分类号 R541.4 文献标志码 A 文章编号 0258-4646(2024)08-0725-05

网络出版地址 <https://link.cnki.net/urlid/21.1227.R.20240722.1246.028>

DOI:10.12007/j.issn.0258-4646.2024.08.009

Evaluation of the effect of remote ischemic preconditioning combined with adenosine injection in patients undergoing PCI using D-SPECT

LI Liu¹, LI Min¹, ZHENG Qinghou¹, LI Xiaoyan¹, ZHAO Fugang¹, WANG Shuo²

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

Abstract **Objective** This study utilized regadenoson stress D-SPECT to evaluate the impact of remote ischemic preconditioning combined with adenosine injection in patients undergoing percutaneous coronary intervention (PCI) using D-SPECT imaging. **Methods** Three hundred patients requiring coronary angiography and stent implantation were randomly assigned into two groups utilizing the random number table method. The conventional treatment group (150 patients) and the experimental group (150 patients) received standard treatment for coronary heart disease PCI. The experimental group underwent two sessions of remote ischemic preconditioning on the day of PCI, wherein the left and right upper arms were inflated to 200 mmHg with continuous pressure for 5 minutes using a blood pressure cuff. Additionally, during the PCI procedure, adenosine was administered to the experimental group at a rate of 50 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ until the end of the procedure, with other treatments aligning with the conventional treatment group. Each patient received a coronary SYNTAX II score. Resting D-SPECT and regadenoson stress D-SPECT were employed to evaluate total myocardial perfusion score, total myocardial ischemia segments, and left ventricular ejection fraction across 17 segment distributions before and 7 days after PCI. **Results** Before PCI, the differences in the number of myocardial ischemic segments, total myocardial perfusion score, and left ventricular ejection fraction between the two patient groups were not statistically significant ($P > 0.05$). However, 7 days post-PCI, compared with the conventional treatment group, the experimental group exhibited significantly improved numbers of myocardial ischemic segments, total myocardial perfusion score, and left ventricular ejection fraction ($P < 0.05$). Furthermore, the differences in adverse drug reactions between the two patient groups were not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion** The combined application of remote ischemic preconditioning and adenosine injection in patients undergoing PCI is deemed safe and effective.

Keywords ischemic preconditioning; adenosine injection; regadenoson; D-SPECT

基金项目:河北省中医药管理局科研计划(2023322)

作者简介:李柳(1984-),男,副主任医师,硕士.

通信作者:王硕, E-mail:ws19860913@163.com

收稿日期:2023-09-19

网络出版时间:2024-07-23 13:34:24

经过短暂缺血-再灌注刺激的心肌细胞对缺血、缺氧有更高的耐受力,这种心肌细胞的自身保护机制为缺血预适应^[1-4]。美国南加州大学HOOLE教授在经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)术前通过血压计袖带加压上肢诱导远程缺血预适应使PCI患者获益^[3]。缺血预适应的发生机制在于短暂缺血时心肌细胞释放的内源性活性物质^[4],其中触发因子包括阿片肽与阿片受体、腺苷及腺苷受体等物质。故在心肌缺血预适应的药物研究中,阿片类、硝酸甘油、腺苷注射液均可以诱导缺血预适应,减少梗死面积。心肌核素灌注显像(myocardial perfusion imaging, MPI)是目前评估心肌缺血程度的“金标准”^[5]。瑞加诺生是新型腺苷A_{2A}受体激动剂,在2008年被美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)批准用于MPI^[6]。

本研究联合了袖带加压上肢和PCI术中应用腺苷注射液2种诱导缺血预适应的方式,术前及术后7d应用静息D-SPECT+瑞加诺生负荷D-SPECT检查心肌17节段分布下心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、左心室射血分数情况,以此来评估远程缺血预适应联合PCI术中腺苷注射液是否能使PCI患者获益,为改善PCI患者疗效提供新的方向。

1 材料与方法

1.1 研究对象及分组

选取2022年1月1日至2023年6月1日于河北医科大学第一医院心内科住院择期行PCI术的不稳定型心绞痛患者300例。纳入标准:(1)年龄20~75岁;(2)临床诊断为不稳定型心绞痛^[7]并准备择期行冠状动脉造影及支架植入术。排除标准:(1)对腺苷注射液过敏;(2)1个月内发生急性心肌梗死;(3)PCI术式复杂和发生严重并发症;(4)需要进行二次PCI术;(5)终末期慢性充血性心力衰竭或者左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) < 30%;(6)窦房结疾病和Ⅱ度、Ⅲ度房室传导阻滞患者(带有起搏器的除外);(7)患有除冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)外其他严重心脏病导致心力衰竭的患者;(8)不能耐受静息+负荷D-SPECT检查;(9)河北医科大学第一医院医学伦理委员会认为不适宜入选的患者。

300例患者中,男197例,女103例,年龄29~73岁,平均(59.55 ± 10.23)岁。按照随机数字表法分为2组,常规治疗组150例,其中,男99例,女51例,年龄29~68岁,平均(46.64 ± 19.57)岁;试验组150例,其中,男97例,女53例,年龄31~73岁,平均(47.82 ± 18.62)岁。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,所有患者自愿参与并签署知情同意书。

1.2 研究方法

常规治疗组给予冠心病PCI术的临床常规治疗,即双联抗血小板、调脂、改善心肌氧耗及PCI治疗;试验组在PCI术当日通过血压计袖带分别在左、右上臂充气至200 mmHg,持续加压5 min来诱导2次远程缺血预适应,然后在患者PCI术中以50 μg/(kg·min)泵入腺苷注射液(30 mL/支,蓬莱诺康药业有限公司)至术毕,其他治疗同常规治疗组。冠状动脉造影、PCI术均由同一位主任医师主刀完成,D-SPECT结果判定由2名核医学科主任医师采用双盲法进行,故2组患者PCI术前的临床基线均衡且有可比性。

1.3 PCI术前管理

所有患者入院完善PCI术前常规检查,并给予抗血小板、调整、降压、降糖等治疗,2组患者均请中医科应用红芪饮片(石家庄神威药业)联合其他中药饮片辨证施治。

1.4 D-SPECT管理

采用以色列SPectrum Dynamics公司的心脏专用机,显像剂应用^{99m}Tc-MIBI,负荷药物为瑞加诺生(南京海融医药科技股份有限公司)。所有入选患者PCI术前行静息D-SPECT+瑞加诺生负荷D-SPECT检查。采用瑞加诺生负荷^{99m}Tc-MIBI-静息显像一日法,均空腹检查,检查前停用茶碱类药物、β-受体阻滞剂、硝酸酯类药物24 h,忌饮咖啡、可乐、茶,忌吸烟。准备好脂肪餐(煎鸡蛋或者全脂蛋糕、全脂牛奶)^[8]。首先静脉注射^{99m}Tc-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,然后静脉注射瑞加诺生注射液0.4 mg行负荷D-SPECT^[9],注射完毕后继续静脉注射^{99m}Tc-MIBI,应用QPS/QGS软件进行处理。

由2名核医学科主任医师采用双盲法对图像进行分析判定。分别采集短轴、垂直长轴、水平长轴的

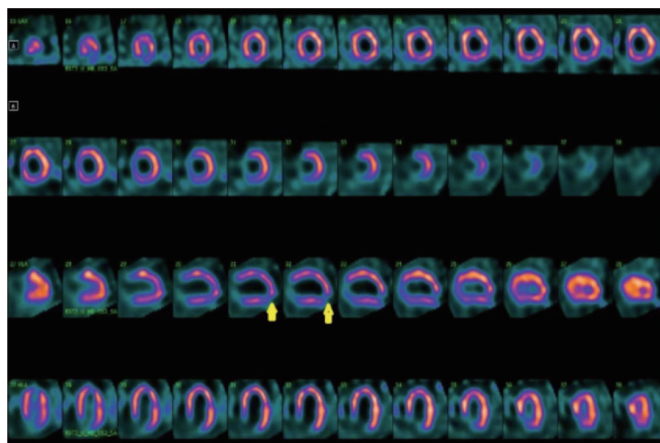
图像,采用17个节段分法进行供血区域划分,应用美国心脏学会判定心肌灌注的标准进行评分:0,正常;1,稀疏;2,中度稀疏;3,重度稀疏;4,缺损。各节段积分相加得到总积分^[10],见图1。

1.5 手术过程

入组患者先行冠状动脉造影术,应用SYNTAX官网(<http://www.syntaxscore.com>)上的计算器对所

有患者冠状动脉病变程度进行SYNTAX II评分。PCI术中均植入冠状动脉雷帕霉素洗脱钴基金合金支架系统(Firebird2)。介入治疗效果判定需每个病变至少2个以上相互垂直体位的造影,手术成功的标准为残余狭窄程度减少为<10%,术后冠状动脉血流达到TIMI III级。

1.6 PCI术后管理



The yellow arrows indicate myocardial perfusion aparsity ischemia range (13%).

图1 D-SPECT缺血范围示例

Fig.1 Example of ischemic range in D-SPECT

1.6.1 术后用药:术后阿司匹林肠溶片(100 mg/d)或吲哚布芬(0.2 g/d)维持终身服用+硫酸氢氯吡格雷片(75 mg/d)或替格瑞洛(180 mg/d)维持至少1年,其余冠心病二级预防药物(如他汀类及其他降脂药物、 β -受体阻滞剂、降压药物、控糖药物、硝酸酯类药物等)依据患者病情服用。

1.6.2 术后心肌灌注检查:所有入选患者PCI术后7 d行静息D-SPECT+瑞加诺生负荷D-SPECT检查,程序同前。

1.7 观察指标

1.7.1 心肌灌注情况:记录2组患者PCI术前、术后7 d的心肌缺血节段数、心肌灌注总积分及左心室射血分数情况。

1.7.2 药物不良反应情况:观察并记录2组患者的药物不良反应情况,包括心脏死亡、房室传导阻滞、窦性停搏、哮喘发作、低血压。

1.8 统计学分析

所有数据采用SPSS V17.0软件处理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2组间比较采用 t 检验;计数资料用率(%)表示,2组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者基本情况

2组患者临床特征(表1)、入院合并用药情况(表2)、冠脉SYNTAX II评分及PCI治疗情况、平均靶血管狭窄程度、平均支架直径和长度(表3)差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

2.2 2组患者心肌灌注情况

2组患者PCI术前的左心室射血分数、心肌缺血节段数、心肌灌注总积分情况差异无统计学意义($P > 0.05$),PCI术后7 d的左心室射血分数、心肌缺血节段数、心肌灌注总积分情况试验组显著优于常规治疗组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表4。

2.3 2组患者药物不良反应情况

2组患者PCI术后不良反应(包括哮喘发作、面目潮红、头晕、房室传导阻滞、窦性停搏、低血压、心脏死亡)发生情况差异无统计学意义($P > 0.05$),见表5,且不良反应均在术后10 min内消失,未发生哮喘、心脏死亡等高危情况。

表1 2组患者的临床特征
Tab.1 Clinical features between the two groups

Clinical features	Conventional treatment group (n = 150)	Experimental group (n = 150)	t/χ ²	P
Age (year)	46.64 ± 19.57	47.82 ± 18.62	0.535	0.593
Male [n (%)]	99 (66.0)	97 (64.6)	0.058	0.808
Diabetes [n (%)]	49 (32.6)	51 (34.0)	0.060	0.806
Hypertension [n (%)]	45 (30.0)	42 (28.0)	0.145	0.703
Smoking [n (%)]	55 (36.6)	59 (39.3)	0.226	0.634
Family history of cardiovascular and cerebrovascular diseases [n (%)]	64 (42.6)	67 (44.6)	0.122	0.726
ALT (U/L)	32.3 ± 14.1	33.7 ± 12.5	0.910	0.363
AST (U/L)	33.3 ± 11.7	32.5 ± 12.8	0.565	0.572
Scr (μmol/L)	76.9 ± 17.5	76.7 ± 16.6	0.101	0.919
TC (mmol/L)	4.89 ± 0.89	4.94 ± 0.92	0.478	0.632
TG (mmol/L)	2.03 ± 1.60	1.99 ± 1.74	0.207	0.836
LDL-C (mmol/L)	3.73 ± 0.91	3.67 ± 0.75	0.623	0.533
HDL-C (mmol/L)	1.19 ± 0.33	1.27 ± 0.63	1.377	0.169

ALT, alanine transaminase; AST, aspartate transaminase; Scr, serum creatinine; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol.

表2 2组患者的合并用药情况 [n (%)]
Tab.2 Combination features between the two groups [n (%)]

Combination medication	Conventional treatment group (n = 150)	Experimental group (n = 150)	χ ²	P
Aspirin	118 (78.6)	107 (71.3)	2.151	0.142
Indobufen	32 (21.3)	43 (28.6)	2.151	0.142
Clopidogrel	86 (57.3)	89 (59.3)	0.123	0.725
Ticagrelor	64 (42.7)	61 (40.6)	0.123	0.725
Low molecular weight heparin	60 (40.0)	57 (38.0)	0.126	0.722
β-blocker	108 (72.0)	104 (69.3)	0.257	0.612
Tirofiban	37 (24.6)	39 (26.0)	0.070	0.790
Bivalirudin	19 (12.6)	16 (10.6)	0.291	0.589
Hypoglycemic drugs	49 (32.6)	51 (34.0)	0.060	0.806
CCB	41 (27.3)	40 (26.6)	0.016	0.896
ACEI/ARB /ARNI	32 (21.3)	28 (18.6)	0.333	0.563

CCB, calcium channel blocker; ACEI, angiotensin-converting enzyme inhibitor; ARB, angiotensin receptor blockade; ARNI, angiotensin receptor neprilysin inhibitor.

3 讨论

PCI术是冠心病患者血运重建的主要方法之一,药物治疗联合PCI术是目前心内科治疗冠心病的首选方案。但是PCI术仅能解决冠状动脉狭窄,并不确定能改善心肌灌注,PCI术造成的缺血-再灌注损伤增加了患者的手术风险及经济负担,成为了心血管冠状动脉介入医师最为关注的问题。国外研究^[11]认为,即便是冠状动脉血运重建后,心肌仍未

完全灌注,约37%患者发生无复流现象。程中伟等^[12]发现缺血预适应的心梗患者PCI术后无复流的发生率(4%)明显优于无缺血预适应患者(15%),且经过缺血预适应患者的心功能恢复更佳,缺血预适应有助于改善PCI后心肌灌注,并减少由于PCI术造成的缺血-再灌注心肌损伤。

缺血预适应最早由MURRY等^[1]提出,有以下5个特点,包括:

- (1) 时效性,缺血1.5~2.5 min即可产生缺血预

表3 2组患者冠状动脉SYNTAX II评分及PTCA治疗情况
Tab.3 SYNTAX II scores and PTCA features between the two groups

Percutaneous coronary intervention therapy	Conventional treatment group (n = 150)	Experimental group (n = 150)	t/χ ²	P
SYNTAX II score	22.86 ± 8.59	21.63 ± 9.45	1.179	0.239
Mean target vessel stenosis (%)	87.8 ± 11.3	87.3 ± 12.6	0.361	0.717
Mean balloon diameter (mm)	3.37 ± 0.81	3.40 ± 0.42	0.402	0.687
Average stent length (mm)	24.5 ± 3.4	24.2 ± 3.3	0.770	0.441
Intracoronary injection of tirofiban [n (%)]	39 (26.0)	41 (27.3)	0.068	0.794
Apply thrombus aspiration catheter [n (%)]	24 (16.0)	29 (19.3)	0.572	0.449
Application of cutting balloon [n (%)]	45 (30.0)	47 (31.3)	0.062	0.802
Application of compliant balloon [n (%)]	141 (94.0)	137 (91.3)	0.784	0.375
Application of non-compliant balloon [n (%)]	145 (96.6)	144 (96.0)	0.094	0.758
Application of spinous process balloon [n (%)]	71 (47.3)	74 (49.3)	0.120	0.728

表4 2组患者心肌灌注评分情况(̄x ± s)
Tab.4 Myocardial perfusion scores between the two groups(̄x ± s)

D-SPECT	Conventional treatment group (n = 150)	Experimental group (n = 150)	t	P
Before PCI				
Number of resting ischemic segments	7.31 ± 2.16	7.10 ± 4.41	0.523	0.060
Number of ischemic segments under load	7.59 ± 3.14	7.58 ± 3.36	0.026	0.978
Resting left ventricular ejection fraction (%)	42.02 ± 10.29	42.22 ± 11.27	0.160	0.872
Left ventricular ejection fraction under load (%)	43.08 ± 9.84	43.42 ± 10.27	0.292	0.769
Resting perfusion score	7.89 ± 5.34	8.01 ± 2.62	0.247	0.805
Score of load perfusion	15.87 ± 7.61	14.97 ± 5.57	1.168	0.243
7 days after PCI				
Number of resting ischemic segments	7.31 ± 2.26	6.10 ± 4.41	2.990	0.003
Number of ischemic segments under load	7.59 ± 3.14	5.58 ± 3.36	5.353	<0.001
Resting left ventricular ejection fraction (%)	43.07 ± 11.29	46.22 ± 12.27	2.313	0.021
Left ventricular ejection fraction under load (%)	45.14 ± 9.81	48.42 ± 9.27	2.976	0.003
Resting perfusion score	7.89 ± 5.34	5.21 ± 2.62	5.518	<0.001
Score of load perfusion	15.87 ± 7.61	12.87 ± 5.57	3.896	0.001

表5 2组患者PCI术后药物不良反应情况[n (%)]
Tab.5 Side effects of drugs after PCI between the two groups[n (%)]

Adverse drug reactions	Conventional treatment group (n = 150)	Experimental group (n = 150)	Fisher probabilities
Attack asthma	0 (0)	0 (0)	-
Flushed complexion	1 (0.6)	2 (1.3)	1.000
Dizziness	2 (1.3)	2 (1.3)	1.000
Atrioventricular block	3 (2.0)	3 (2.0)	1.000
Sinus arrest	3 (2.0)	4 (2.6)	1.000
Hypotension (blood pressure <90/60 mmHg)	6 (4.0)	5 (3.3)	1.000
Cardiac death	0 (0)	0 (0)	-
Total adverse reactions	15 (10.0)	16 (10.6)	1.000

适应^[2]; (2) 可逆性, 多次缺血预适应总时间超过数小时, 缺血预适应效果会消失^[4]; (3) 递减性, 缺血

预适应过程随着ATP减少速度逐渐减慢^[4]; (4) 阶段性, 缺血预适应分为早期(缺血后立即产生, 持续

2~3 h)和晚期(缺血后12~24 h后产生,持续72 h)2个阶段^[4],第二阶段时间窗更长,有更高的临床应用价值;(5)内源性,缺血预适应是内源性保护机制,其产生与外源性的侧支循环血流无关^[2];(6)多源性,缺血预适应可以通过多种刺激如压力、低氧、热冲击、兴奋肾上腺素能受体产生^[2]。王波等^[13]发现缺血预适应可以减少心肌梗死大鼠的心肌线粒体损伤和梗死面积。姜春力等^[14]发现缺血预适应可以减少大鼠的离体心脏冠状动脉无复流现象。本研究在行PCI术前通过诱导远程缺血预适应及术中腺苷注射液泵入再次诱导缺血预适应,理论上可以使缺血预适应维持72 h,使患者持续获益,减少PCI围手术期的心肌损伤。

本研究从行PCI术的不稳定型心绞痛的患者入手,按照随机数字表法分为2组,2组患者在临床特征、入院合并用药情况、冠脉SYNTAX II评分及PCI治疗情况、PCI术前左心室射血分数、心肌缺血节段数和心肌灌注总积分情况差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究患者PCI术后7 d行静息+瑞加诺生负荷D-SPECT检查,试验组的左心室射血分数、心肌缺血节段数、心肌灌注总积分情况显著优于常规治疗组($P < 0.05$)。2组患者PCI术后不良反应(包括哮喘发作、面目潮红、头晕、房室传导阻滞、窦性停搏、低血压、心脏死亡)发生情况差异无统计学意义,且不良反应均在术后10 min内消失,未发生哮喘、心脏死亡等高危情况。

综上所述,远程缺血预适应联合腺苷注射液在行PCI术患者中应用安全有效,可作为临床上改善冠心病PCI术后患者疗效的新选择。

参考文献:

[1] MURRY CE, JENNINGS RB, REIMER KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium [J]. *Cir-*

- ulation, 1986, 74 (5) : 1124-1136. DOI: 10.1161/01.cir.74.5.1124.
- [2] 方忠林, 谢志泉. 心肌缺血预适应的心脏保护机制研究进展 [J]. *心血管病学进展*, 2006, 27 (3) : 342-346. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3934.2006.03.026.
- [3] PRZYKLENK K, BAUER B, OVIZE M, et al. Regional ischemic 'preconditioning' protects remote virgin myocardium from subsequent sustained coronary occlusion [J]. *Circulation*, 1993, 87 (3) : 893-899. DOI: 10.1161/01.cir.87.3.893.
- [4] 乔堃, 巩贵宏. 心肌缺血预适应的机制及应用进展 [J]. *世界最新医学信息文摘*, 2019, 19 (35) : 94-95, 103. DOI: 10.19613/j.cnki.1671-3141.2019.35.041.
- [5] GIBBONS RJ, 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 (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41 (1) : 159-168. DOI: 10.1016/s0735-1097(02)02848-6.
- [6] 黄震华. 新型腺苷A2A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.
- [7] 葛均波, 徐永健. *内科学* [M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2013.
- [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. DOI: 10.16118/j.1008-0392.2019.02.004.
- [9] 李柳, 李晓燕, 高志超, 等. 应用瑞加诺生负荷D-SPECT评价QFR在PCI中的作用 [J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2024, 45 (3) : 443-448.
- [10] 李柳, 李晓燕, 高志超, 等. 应用D-SPECT评估红芪饮片对经皮冠状动脉介入治疗相关心肌损伤的影响 [J]. *中国医科大学学报*, 2024, 53 (4) : 358-362. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2024.04.012.
- [11] ITO H, MARUYAMA A, IWAKURA K, et al. Clinical implications of the 'no reflow' phenomenon. A predictor of complications and left ventricular remodeling in reperfused anterior wall myocardial infarction [J]. *Circulation*, 1996, 93 (2) : 223-228. DOI: 10.1161/01.cir.93.2.223.
- [12] 程中伟, 吕卫华, 程康安, 等. 缺血预适应改善急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗的预后 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2010, 18 (6) : 309-312. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2010.06.003.
- [13] 王波, 阎德民, 李庆志, 等. 缺血后适应对大鼠缺血再灌注心肌的保护作用及其与P-Akt的关系 [J]. *中国医科大学学报*, 2010, 39 (2) : 116-118, 131. DOI: CNKI:SUN:ZGYK.0.2010-02-012.
- [14] 姜春力, 谷春久, 包伟珂. 缺血预适应对无复流现象的保护作用及机理的实验研究 [J]. *中国医科大学学报*, 1999, 28 (2) : 33-34. DOI: 10.1016/B978-008043005-8/50012-3.

(编辑 于 溪)