

·综述 General review·

急性心肌梗死心肌血流再灌注评价技术

丁 嵩, 何 奔

【摘要】 TIMI Flow 作为评价再灌注的方法自 20 世纪 80 年代起就一直应用于临床。TIMI Frame Count 是较 TIMI 血流分级更为客观、更具可重复性的联系性变量指标。TMBC 和 TMP 从心肌微血管水平对再灌注进行评价。冠脉内多普勒血流频谱变化常作为造影过程中的附加检查指标评价血管再通及心肌再灌注。同时心肌声学造影、连续心电图 ST 段监测、核素心肌灌注显像和心肌增强磁共振成像作为无创性的评价方法也显示出其应用价值。

中图分类号:R541.4 文献标识码:A 文章编号:1008-794X(2006)04-0250-04

Techniques for assessing myocardial reperfusion after acute myocardial infarction DING Song, HE Ben. Cardiac Department, Renji Hospital, Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200001, China

【Abstract】 TIMI Flow as a method to assess myocardial reperfusion has been employed clinically ever since 1980's. TIMI Frame Count grading is a more objective, repeatable and correlative in variability than those of TIMI Flow. TMBC and TMP provide the reperfusion evaluation on myocardial microvascular level. Doppler contrast echocardiography could be used as an additional index to assess vessel recanalization and myocardial reperfusion. Moreover, MCE, continuous ECG monitoring of ST-segment, isotope imaging of myocardial reperfusion and myocardial-enhanced MRI can all be used as non-invasive evaluating approaches with great clinical value. (J Intervent Radiol, 2006, 15: 250-253)

【Key words】 Acute myocardial infarction; Myocardial reperfusion; Evaluation

随着冠心病介入治疗的技术不断完善,相应的也发展了许多评价心肌再灌注的方法。主要有:①TIMI 血流和 TIMI 血流帧数计数 TFC;②心肌灌注显影(TMBC)和 TIMI 心肌灌注(TMPG)分级;③心肌声学造影(MCE);④冠脉内多普勒血流频谱变化;⑤心电图抬高的 ST 段迅速回落;⑥核素心肌灌注显像和心肌增强 MRI。本文对几种方法作简单的介绍。

1 TIMI 血流

为了对急性心肌梗死(心梗)冠脉内溶栓后冠脉血流的情况能有客观的评价标准,Gibson 等^[1]提出了 TIMI 血流分级。定义为:TIMI 0 级:血管完全闭塞,闭塞处远端血管无前向血流充盈;TIMI 1 级:仅有少量造影剂通过闭塞部位,使远端血管隐约显影,但血管床充盈不完全;TIMI 2 级:部分再灌

注或造影剂能完全充盈冠脉远端,但造影剂前向充盈和排空的速度均较正常冠脉慢;TIMI 3 级:完全再灌注,造影剂在冠脉内能够迅速充盈排空。

将 TIMI 2 级、3 级定义为成功的再灌注。此方法被广泛用于比较不同溶栓治疗策略对冠脉血流改善的情况及对临床不利结局的预测。Anderson 等^[2]在 TEAM-2 和 TEAM-3 试验中发现 TIMI 2 级与 0 级、1 级比较,在心梗各项相关指标和临床结局方面并无明显改善,而 TIMI 3 级组有明显改善的梗死相关各项指标和临床结局,因此只有 TIMI 3 级可以认为是再灌注成功的标志。随后,PAMI 工作组 Stone 等^[3]将 TIMI 3 级进一步定义为血管在 3 个心动周期内完成造影剂着色,此即 PAMI TIMI 3 级。尽管从 TIMI 分级应用至今的 10 余年来,众多学者应用并不断完善其分级标准,但却无法消除各学者间对血流判断上的差异。主要介入实验室对同一冠脉造影血流分级的判断一致性仅为 71%^[4];同时对冠脉血流完全灌注的不同程度间亦缺乏量化标准,影响了其在临床预后上的价值。

2 校正的 TIMI 血流帧数计数(CTFC)

校正的 TIMI 帧数是一个简单而且客观的联系性变量指标。其获得从首先计数冠脉血管从造影剂开始着色至标准化的远端标记显影所需的帧数,即 TIMI 帧数。在该方法中,着色即计数 TIMI 帧数的第一帧,应符合以下条件:①造影剂接触冠脉内壁两侧;②造影剂以着染血管直径 70% 以上的状态稳定前进。所谓标准化的标记因冠脉不同的血管分支而异:左前降支的标记为其远端的分叉;回旋支为钝缘支最远端的分支;右冠状动脉为后侧支的第一分支。由于冠状动脉左前降支比回旋支和右冠状动脉略长,所以需要有一个校正因子来弥补,通常将造影剂开始着色至通过左前降支的帧数除以 1.7,以 $CTFC \leq 27$ 为正常血流的标准^[5]。国际上常用的帧数是 30 帧/s。CTFC 很好的解决了 TIMI 分级存在的主观差异问题^[5]。应注意由于硝酸盐能够扩张冠脉,明显增加血管对造影剂的容量,使 CTFC 的测量值增加 6 帧,所以在涉及 CTFC 的试验中必须设计一个标准的硝酸盐使用方案。CTFC 标准化了血流分级的评价,使得各试验组间的数据具有可比性。Gibson 等^[6]的研究采用 90 min CTFC,在除外 TIMI 分级的多变量分析中,90 min CTFC 是住院期间病死率的独立预测因子,随着 CTFC 从 0 ~ 13 帧增加到 14 ~ 40 帧及 > 40 帧,住院期间病死率风险相应的由 0% 增加到 2.7% 及 6.4%。2002 年,REST-ORE 实验组^[7]公布其采用 CTFC 评价冠脉血流速度的结果,并指出 PTCA 后的 CTFC 能预测半年后的 IRA 管径的缩小。众多大规模的临床试验都证明了 CTFC 以其准确、客观、重复性好以及简单易行的特性在预测临床预后、IRA 在再狭窄、评价冠脉血流方面都有重要价值。

3 TIMI 心肌灌注分级

一些工作组在临床试验中发现,在心脏表面的冠脉再灌注成功后,即达到 TIMI flow 2/3 级,仍有一定的住院病死率,而且有些患者的心功能没有得到相应的改善。其主要原因是心脏组织水平再灌注未得到充分的评价和干预。为此 Gibson 工作组制定了一套心肌组织灌注程度的分级方法—TIMI 心肌灌注(TIMI, TMP)分级,定义如下^[8]:TMP 0 级:无造影剂进入心肌,没有或有极少的一过性造影剂心肌染色(Blush);TMP 1 级:造影剂缓慢进入心肌,但微血管的心肌染色不消失,呈“毛玻璃”样,或罪犯血管

供应区心肌的造影剂染色在下一个序列造影时(间隔 30 s)仍然存在;TMP 2 级:造影剂进入心肌组织和排空延迟。即进入心肌的造影剂呈“毛玻璃”样,或在罪犯血管供应区心肌密度增高,持续 3 个心动周期不消失或仅有稍许密度减低;TMP 3 级:造影剂在心肌组织中进入和排空正常。即:进入心肌的造影剂形成“毛玻璃”样(Blush)或在罪犯血管分布区心肌组织密度增高,排空正常(即在 3 个心动周期内完成排空,与非梗死相关血管相似。或仅有轻中度造影剂染色,在 3 个心动周期内肉眼可见密度明显减轻,亦称为 TMP-3 级)。

Gibson 等^[8]在 TIMI10B 试验中发现,在心肌梗死者,尽管心脏表面的动脉已恢复了血流,但心肌灌注仍延迟,这种心肌组织灌注的障碍增加了患者的病死率。该实验中,AMI 患者 30 d 病死率与 TMP 的关系呈阶梯式变化。即使在 TIMI 3 级和 $CTFC \leq 40$ 的患者,仍可以按 TMP 分级予以再分组,且随着 TMP 分级的增高,病死率下降。实验证明了 TMP 分级是 AMI 患者 30 d 病死率的独立危险因素。在之后的研究中,Gibson 等^[9]又证明了在溶栓治疗 2 年后,TMP 分级仍是病死率的独立危险因素。在 LIMIT AMI 试验中,Gibson 等^[10]测量了溶栓治疗后患者 90 min 的 TMP 值,并与 SPECT 做出的左房梗死面积作比较分析。TMP 0/1 组比 TMP 2/3 组有更广泛的梗死面积(13% 比 7%, $P=0.004$),再次证明了 TMP 分级在心肌水平灌注评价的作用。作为组织水平灌注的评价,TMP 与 TIMI 及 CTFC 现均广泛应用于临床。

4 MBG

MBG 也是一种心肌组织灌注程度的分级方法,与 TMP 分级对比;Gibson 等对溶栓治疗后的患者进行 TMP 分级,强调的是造影剂进入心肌至排空的时间;van't Hof 等^[11]对 PTCA 后的患者进行 MBG 分级,强调的是心肌显影的亮度(心肌造影剂染色密度)。定义如下:0 级:无心肌显影;1 级:仅有极少的心肌显影;2 级:中等度的心肌显影,但明显小于同侧或对侧非梗死相关血管支配区域;3 级:正常的心肌显影,可与同侧或对侧非梗死相关血管支配区域相比。当心肌出现持续显影,此现象表明造影剂漏出到血管外,属于 0 级。

van't Hof 等^[11]对 777 例 PTCA 后患者进行 MBG 分级。指出 MBG 分级与 ST 段恢复,心肌酶,左心功能有关。与梗死部位和 IRA 有很明显联系。

多变量的分析表明 MBG 是远期病死率的独立预测因子。之后, Henriques 等^[12]又对 924 例 PTCA 后冠脉血流达 TIMI 3 级的患者用 MBG 进行再分组, MBG 0/1 级的病死率明显高于 MBG 2/3 级。并且定义成功的再灌注应该是心外膜下梗死相关血管水平达 TIMI 3 级, 同时 IRA 相关心肌区应达到 MBG 3 级。在最近通过对 1 548 例成功 PCI 的 AMI 患者进行 Killip 分级, MBG 分级, 测定梗死相关酶值, 射血分数, 并随访 1 年病死率。得出 MBG 0/1 级是患者 1 年病死率的独立预测因素, MBG 2/3 级与 Killip 分级线性相关。在 CADILLAC 大规模多中心的临床试验中, 研究者们对其中 1 301 例成功 PCI 的患者分别用 MBG 和 TMP 进行分级, 并对两种评价方法进行对比。两种分级方法所得的患者分层例数存在较大的差异, 达到正常的 MBG 分级仅 17.4%, 而正常的 TMP 达 69%, 但在与长期生存率的相关分析中, MBG 对长期生存率有更好的预测性。与 TMP 相比, MBG 能够更准确地进行风险分层。尽管 MBG 在预测远期病死率方面比 TIMI 分级及 TMP 有明显的优越性, 但仍无法排除观察者间的主观差异。

5 心肌声学造影(MCE)

MCE 是直接在冠脉内注射(或经静脉内注射抵达冠脉循环)声学造影剂, 在超声心动图上可见到心肌内云雾状影像增强, 反映心肌微血管的完整性, 提示心肌存活。目前 MCE 的研究最主要的临床应用是对心梗后再灌注治疗的评价。Rocchi 等^[14]应用 MCE 观察 AMI 患者的再灌注, 结果显示 MCE 与 SPECT 结果对照有很好的相关性。Greaves 等^[15]分别记录了 15 例成功 PTCA 的 AMI 患者 90 和 180 min 的 CTFC, MBG, ST 段恢复, 室壁活动度和 MCE, 并进行比较分析。证实 MCE 是目前微血管水平再灌注最好和最精确的方法, 是 AMI 患者 1 个月左室功能恢复的极有意义的预测方法。同时, MCE 也被一些工作组用于冠脉血流和冠脉狭窄程度的评估、冠脉血流储备的研究及心肌缺血和心功能的评估等方面。但目前该技术还未完善, 仍在进行更好的声学造影剂的研制, 超声仪器性能的开发和心肌声学造影方法学的研究。

6 心电图抬高的 ST 段迅速回落

心电图上抬高的 ST 段迅速回落可作为一个非侵袭性指标用于评价再灌注的成功。Krucoff 等^[16]用万方数据

这项指标对 144 例溶栓治疗后的 AMI 患者进行评估, 将稳定的 ST 段恢复定义为: ST 段抬高迅速下降 $\geq 50\%$, 之后 ST 段波动趋于稳定, 即使在抬高最明显的导联, ST 段变化亦 $< 0.1 \text{ mV}$, 且持续 $\geq 4 \text{ h}$ 。van't Hof 等^[17]也用该方法对 403 例成功在灌注治疗后的患者进行评估, 发现成功 PTCA 后 1 h 心肌酶和射血分数与早期抬高 ST 段的恢复程度相关。研究表明: ST 段正常的患者其心肌损伤小, 预后良好, 而 ST 段持续升高的患者则有广泛的心肌损伤和较高的病死率。Teldman 等^[18]对 55 例急性心梗患者进行成功 PTCA 及支架植入术, 并予心电监护, 1 h 后测定冠脉血流速度储备(coronary flow velocity reserve, CVR)及心肌核素显像。发现部分 ST 段恢复($< 50\%$)的患者有更低的 CVR($1.3 : 1.6; P < 0.001$)和更大的心梗范围($34\% : 16\%$ ^{201}Tl 缺损, $P = 0.007$)。证实了 $< 50\%$ ST 段恢复是短暂性微循环功能障碍的标志, 并与更大范围的心肌损害相关。目前, 心电图上抬高的 ST 段迅速回落作为一个非侵袭性的指标, 其在临床的应用价值已得到了肯定。

7 冠脉内多普勒血流频谱变化

是指心肌需氧量增加至最大限度时的冠脉流量与基础状态时冠脉流量之比, 反映心外膜动脉及相应心肌血管床的血流阻力。它是评价冠脉微循环和冠脉狭窄后心肌血流灌注变化的敏感指标, 对冠心病治疗决策和疗效评价具有重要意义。CFR 测定及结果判定: CFR < 2.0 提示冠脉存在固定狭窄; CFR < 2.5 提示冠脉造影正常而存在小血管病变; CFR ≥ 3.0 提示冠脉造影正常且小血管亦正常。

心肌内冠脉血流多普勒超声检测可对冠心病介入治疗和手术治疗直接评估, 可以直接显示心外膜和心肌内冠脉血流信号, 从而可无创地观察治疗效果。弥补了目前有创和间接评价治疗效果的技术不足。但目前其限制主要来源于冠脉解剖特点的复杂性, 二维超声显像难于显示冠脉全貌, 只能分段分区显示, 某些角度的冠脉显示困难。

8 核素心肌灌注显像和心肌增强磁共振成像

MRI 近年来也开始应用于心肌水平的灌注和代谢评价。主要是用于对心肌灌注储备(myocardial perfusion reserve, MPR)的测定: 冠脉系统最大扩张状态下与静息状态下心肌内血流量的比值。大量的动物实验和初步的临床研究证实 MRI 可以对局部的心肌灌注情况作出评定^[19, 20]。尽管 MRI 作为一种

非侵入性的技术在评价心肌水平的灌注和代谢有其优越性,但目前 MRI 测定 MPR 的最大缺憾在于不能同时作整个心脏的灌注检查,且其首过心肌灌注成像还不能独立应用于临床诊断缺血性心脏病。

另外,核素心肌灌注显像 SPECT 和正电子发射断层扫描(PET)也被用于临床测定心肌灌注储备。SPECT 诊断心肌缺血的敏感度和特异度较高,其局限性在于较差的空间分辨率和由于组织衰减而造成的伪影,使定量检测不够准确。PET 是一种心肌代谢显像,可显示正常心肌和缺血心肌能量代谢的特点,灵敏、准确地评价心肌细胞的活力,定量评价心肌灌注,被临床视为心肌灌注定量测定的金标准。但由于费用较高等客观因素,PET 常规用于临床评价心肌存活受到限制。

[参 考 文 献]

- [1] The TIMI Study Group. The Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) trial[J]. N Engl J Med, 1985, 312: 932 - 936.
- [2] Anderson JL, Karagounis LA, Becker LC, et al. TIMI perfusion grade 3 but not grade 2 results in improved outcome after thrombolysis for myocardial infarction: ventriculographic, enzymatic, and electrocardiographic evidence from the TEAM-3 study[J]. Circulation, 1993, 87: 1829 - 1839.
- [3] Stone GW, Brodie BR, Griffin JJ, et al. Prospective, multicenter study of the safety and feasibility of primary stenting in acute myocardial infarction: in-hospital and 30-day results of the PAMI stent pilot trial[J]. J Am Coll Cardiol, 1998, 31: 23 - 30.
- [4] Gibson CM, Ryan K, Sparano A, et al. Methodologic drift in the assessment of TIMI grade 3 flow and its implications with respect to the reporting of angiographic trial results[J]. Am Heart J, 1999, 37: 1179 - 1184.
- [5] Gibson CM, Cannon CP, Daley WL, et al. TIMI frame count: a quantitative method of assessing coronary artery flow [J]. Circulation, 1996, 93: 879 - 888.
- [6] Gibson CM, Murphy SA, Rizzo MJ, et al. Relationship between TIMI frame count and clinical outcomes after thrombolytic administration[J]. Circulation, 1999, 99: 1945 - 1950.
- [7] Gibson CM, Dotani MI, Murphy SA, et al. Correlates of coronary blood flow before and after percutaneous coronary intervention and their relationship to angiographic and clinical outcomes in the RESTORE trial. Randomized Efficacy Study of Tirofiban for Outcomes and Restenosis[J]. Am Heart J, 2002, 144: 130 - 135.
- [8] Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, et al. Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs[J]. Circulation, 2000, 101: 125 - 130.
- [9] Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, et al. Relationship of the TIMI myocardial perfusion grades, flow grades, frame count, and percutaneous coronary intervention to long-term outcomes after thrombolytic administration in acute myocardial infarction [J]. Circulation, 2002, 105: 1909 - 1913.
- [10] Angeja BG, Gunda M, Murphy SA, et al. TIMI myocardial perfusion grade and ST segment resolution: association with infarct size as assessed by single photon emission computed tomography imaging[J]. Circulation, 2002, 105: 282 - 285.
- [11] van't Hof AWJ, Liem A, Suryapranata H, et al. Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade: Zwolle Myocardial Infarction Study Group [J]. Circulation, 1998, 97: 2302 - 2306.
- [12] Henriques JPS, Zijlstra F, van 't Hof AWJ, et al. Angiographic assessment of reperfusion in acute myocardial infarction by myocardial blush grade[J]. Circulation, 2003, 107: 2115.
- [13] de Luca G, van't Hof AWJ, de Boer MJ, et al. Impaired myocardial perfusion is a major explanation of the poor outcome observed in patients undergoing primary angioplasty for ST-segment-elevation myocardial infarction and signs of heart failure[J]. Circulation, 2004, 109: 958 - 961.
- [14] Rocchi G, Kasprzak JD, Galema TW, et al. Usefulness of power Doppler contrast echocardiography to identify reperfusion after acute myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 2001, 87: 278 - 282.
- [15] Greaves K, Dixon SR, Fejka M, et al. Myocardial contrast echocardiography is superior to other known modalities for assessing myocardial reperfusion after acute myocardial infarction[J]. Heart, 2003, 89: 139 - 144.
- [16] Krucoff MW, Croll MA, Pope JE, et al. Continuous 12-lead ST-segment recovery analysis in the TAMI 7 study: performance of a noninvasive method for real-time detection of failed myocardial reperfusion[J]. Circulation, 1993, 88: 437 - 446.
- [17] van 't Hof AWJ, Liem A, de Boer MJ, et al. Clinical value of 12-lead electrocardiogram after successful reperfusion therapy for acute myocardial infarction [J]. Lancet, 1997, 350: 615 - 619.
- [18] Feldman LJ, Coste P, Furber A, et al. Optimal Stenting (FROST)-2 investigators, incomplete resolution of ST-segment elevation is a marker of transient microcirculatory dysfunction after stenting for acute myocardial infarction [J]. Circulation, 2003, 107: 2684.
- [19] Wilke N, Jerosch-Herold M, Wang Y, et al. Myocardial perfusion reserve: assessment with multisection, quantitative, first-pass MR imaging[J]. Radiology, 1997, 204: 373 - 384.
- [20] Matheijssen NA, Louwerenburg HW, van Rugge FP, et al. Comparison of ultrafast dipyridamole magnetic resonance imaging with dipyridamole SestaMIBI SPECT for detection of perfusion abnormalities in patients with one-vessel coronary artery disease: assessment by quantitative model fitting[J]. Magn Reson Med, 1996, 35: 221 - 228.

(收稿日期:2005-02-01)

作者: [丁嵩](#), [何奔](#), [DING Song](#), [HE Ben](#)
作者单位: [200001, 上海交通大学医学院附属仁济医院心脏科](#)
刊名: [介入放射学杂志](#) **ISTIC PKU**
英文刊名: [JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY](#)
年, 卷(期): 2006, 15(4)
被引用次数: 1次

参考文献(20条)

1. [The TIMI Study Group The Thrombolysis in Myocardial Infarction\(TIMI\) trial](#) 1985
2. [Anderson JL, Karagounis LA, Becker LC TIMI perfusion grade 3 but not grade 2 results in improved outcome after thrombolysis for myocardial infarction:ventriculographic, enzymatic, and electrocardiographic evidence from the TEAM-3 study](#) 1993
3. [Stone GW, Brodie BR, Griffin JJ Prospective, multicenter study of the safety and feasibility of primary stenting in acute myocardial infarction:in-hospital and 30-day results of the PAMI stent pilot trial](#) 1998
4. [Gibson CM, Ryan K, Sparano A Methodologic drift in the assessment of TIMI grade 3 flow and its implications with respect to the reporting of angiographic trial results](#) 1999
5. [Gibson CM, Cannon CP, Daley WL TIMI frame count:a quantitative method of assessing coronary artery flow](#) 1996
6. [Gibson CM, Murphy SA, Rizzo MJ Relationship between TIMI frame count and clinical outcomes after thrombolytic administration](#) 1999
7. [Gibson CM, Dotani MI, Murphy SA Correlates of coronary blood flow before and after percutaneous coronary intervention and their relationship to angiographic and clinical outcomes in the RESTORE trial.Randomized Efficacy Study of Tirofiban for Outcomes and Restenosis](#) 2002
8. [Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs](#) 2000
9. [Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA Relationship of the TIMI myocardial perfusion grades, flow grades, frame count, and percutaneous coronary intervention to long-term outcomes after thrombolytic administration in acute myocardial infarction](#) 2002
10. [Angeja BG, Gunda M, Murphy SA TIMI myocardial perfusion grade and ST segment resolution:association with infarct size as assessed by single photon emission computed tomographyz imaging](#) 2002
11. [van't Hof AWJ, Liem A, Suryapranata H Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction:myocardial blush grade:Zwolle Myocardial Infarction Study Group](#) 1998
12. [Henriques JPS, Zijlstra F, van 't Hof AWJ Angiographic assessment of reperfusion in acute myocardial infarction by myocardial blush grade](#) 2003
13. [de Luca G, van't Hof AWJ, de Boer M J Impaired myocaardial perfusion is a major explanation of the poor outcome observed in patients undergoing primary angioplasty for ST-segment-elevation myocardial infarction and signs of heart failure](#) 2004

14. [Rocchi G, Kasprzak JD, Galema TW Usefulness of power Doppler contrast echocardiography to identify reperfusion after acute myocardial infarction 2001](#)
15. [Greaves K, Dixon SR, Fejka M Myocardial contrast echocardiography is superior to other known modalities for assessing myocardial reperfusion after acute myocardial infarction 2003](#)
16. [Krucoff MW, Croll MA, Pope JE Continuous 12-lead ST-segment recovery analysis in the TAMI 7 study: performance of a noninvasive method for real-time detection of failed myocardial reperfusion 1993](#)
17. [van 't Hof AWJ, Liem A, de Boer MJ Clinical value of 12-lead electrocardiogram after successful reperfusion therapy for acute myocardial infarction 1997](#)
18. [Feldman LJ, Coste P, Furber A Optimal Stenting \(FROST\)-2 investigators, incomplete resolution of ST-segment elevation is a marker of transient microcirculatory dysfunction after stenting for acute myocardial infarction 2003](#)
19. [Wilke N, Jerosch-Herold M, Wang Y Myocardial perfusion reserve: assessment with multisection, quantitative, first-pass MR imaging 1997](#)
20. [Matheijssen NA, Louwerenburg HW, van Rugge FP Comparison of ultrafast dipyridamole magnetic resonance imaging with dipyridamole Sesta-MIBI SPECT for detection of perfusion abnormalities in patients with one-vessel coronary artery disease: assessment by quantitative model fitting 1996](#)

引证文献(1条)

1. [陆志刚, 魏盟, 潘静薇, 马士新, 杭靖宇, 魏钧伯, 柯军, 潘力健, 樊寿根, 薛昭平 不同救治手段对急性心肌梗死转归的影响\[期刊论文\]-介入放射学杂志 2007\(9\)](#)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfsxzz200604021.aspx

授权使用: qkxb11(qkxb11), 授权号: 28067e8f-821f-423f-a6a2-9e1f0003e3da

下载时间: 2010年10月30日