

血流储备分数在冠状动脉临界病变介入治疗中的指导价值

李锦州 黄燕丽

作者单位: 363000 福建漳州, 福建医科大学附属漳州市医院导管室

通信作者: 李锦州, Email: 1286740883@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2023.03.002

【摘要】 目的 在冠状动脉(冠脉)临床病变的介入治疗当中,依据血流储备分数(FFR)给予对应治疗,分析其指导作用。方法 共纳入 68 例冠心病患者作为研究对象,病例来源为福建医科大学附属漳州市医院,病例收治时间为 2020 年 1 月—2022 年 1 月,按照不同治疗方案分为两组。对照组纳入 31 例患者,经冠脉造影(CAG)检查显示冠脉管腔狭窄率为 50%~70%,实行经皮冠脉介入(PCI)治疗;观察组纳入 37 例患者,均接受 CAG 检查,确认符合冠脉临界病变标准,即刻进行 FFR 测定,并根据 FFR 值分组。FFR>0.80 的 14 例患者纳入药物组,进行强化治疗,包括他汀类药物、阿司匹林;FFR≤0.80 的 23 例患者纳入 PCI 组,均进行药物治疗并联合 PCI 手术。比较两组患者的临床资料、CAG 参数(病变部位、血管狭窄比例、参考血管直径、最小管腔直径)、PCI 治疗相关观察指标(造影剂使用量、支架植入数量、手术时间)及随访结果(心脏不良事件发生率、再发心绞痛发生率)。结果 对照组与观察组的 CAG 参数比较差异均无统计学意义。PCI 组的造影剂使用量、支架植入数量均明显少于对照组,手术时间明显较对照组短[造影剂使用量(mL): 192.42±81.45 比 259.52±90.52,支架植入数量(个): 0.82±0.19 比 1.75±0.33,手术时间(min): 50.89±12.14 比 62.87±14.51],差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。药物组、PCI 组和对照组心脏不良事件发生率(分别为 7.14%、0.00%、9.68%)以及再发心绞痛发生率(分别为 21.43%、4.35%、6.45%)比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。结论 对冠脉临界病变的患者开展 FFR 测定能更好地指导临床选择介入治疗的时机,且有助于减少造影剂使用量和支架植入数量,缩短手术时间,同时还不会增加心脏不良事件及再发心绞痛的发生率,值得在临床推广。

【关键词】 血流储备分数; 冠状动脉临界病变; 介入治疗

Guiding value of blood fractional flow reserve in interventional treatment of critical coronary artery lesions

Li Jinzhou, Huang Yanli. Department of Catheter Laboratory, Zhangzhou Hospital Affiliated to Fujian Medical University, Zhangzhou 363000, Fujian, China

Corresponding author: Li Jinzhou, Email: 1286740883@qq.com

【Abstract】 **Objective** In the interventional treatment of coronary artery (coronary artery for short) clinical lesions, the corresponding treatment was made according to the blood flow reserve fraction (FFR), and its guiding role was analyzed. **Methods** A total of 68 patients with coronary heart disease were enrolled in this study. The source of the cases was Zhangzhou Hospital affiliated to Fujian Medical University, and the time of admission was from January 2020 to January 2022. The patients were divided into two groups according to different treatment schemes. The control group included 31 patients who underwent percutaneous coronary intervention (PCI) after coronary angiography (CAG) examination and revealed a narrowing rate of 50%–70% in the coronary lumen. The 37 patients were included in observation group. After receiving CAG examination to confirm compliance with the coronary critical lesion criteria, FFR measurements were immediately performed and grouped according to FFR values. Fourteen patients with FFR>0.80 were included in the drug group for intensive treatment, including Statins and Aspirin. The 23 patients with FFR≤0.80 were included in PCI group and all underwent drug therapy combined with PCI surgery. The clinical data, CAG parameters (location of lesion, proportion of vascular stenosis, reference vessel diameter and minimum lumen diameter), PCI treatment related observation indicators (volume of contrast agent usage, number of stents implanted and surgical time), and follow-up results (incidence of adverse cardiac events and probability of recurrent angina) of enrolled patients were compared. **Results** The volume of contrast agent usage and number of stents implanted in PCI group

were significantly lower than those in control group, and the surgical time was significantly shorter than that in control group [volume of contrast agent usage (mL): 192.42 ± 81.45 vs. 259.52 ± 90.52 , average number of stents implanted: 0.82 ± 0.19 vs. 1.75 ± 0.33 , surgical time (min): 50.89 ± 12.14 vs. 62.87 ± 14.51], with statistically significant differences (all $P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse cardiac events (which were 7.14%, 0.00% and 9.68%, respectively) and probability of recurrent angina (which were 21.43%, 4.35% and 6.45%, respectively) among the drug group, PCI group and control group (all $P > 0.05$).

Conclusions Conducting FFR measurement on patients with critical coronary artery disease could better guide clinical selection of intervention treatment timing, and help reduce the use of contrast agents, average number of stent implantation, shorten surgical time, while not increasing the incidence of adverse cardiac events and recurrent angina, which is worth promoting in clinical practice.

【Key words】 Blood fractional flow reserve; Coronary artery critical lesion; Interventional therapy

当冠状动脉(冠脉)造影(coronary angiography, CAG)检查结果显示冠脉管腔狭窄程度介于 50% ~ 70%,即表示存在冠脉病变,也就是临床上常说的中等狭窄病变,低于此临界值时,基本可采取保守治疗,但若管腔狭窄程度超过 70%,则表明必须予以介入治疗,以降低心血管事件的发生概率,但针对处于此临界值范围的患者,单纯借助 CAG 以指导临床干预方案的选择并不能获得较理想的结局,需要联合其他更有效的评估指标^[1-2]。

临床研究显示,血流储备分数(fractional flow reserve, FFR)可对心肌缺血状态作出比较准确的评估,对于临床考虑是否对冠脉临界病变患者开展经皮冠脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)具有重要的指导价值^[3]。为进一步明确 FFR 在冠脉临界病变患者中的实际应用价值,本研究纳入 68 例冠脉呈中等狭窄病变的冠心病患者作为研究对象,分析并比较其临床资料、CAG 参数以及 PCI 治疗指标,现将结果报告如下。

1 资料及方法

1.1 研究对象及一般资料 选择 2020 年 1 月—2022 年 1 月本院收治的 68 例冠心病患者作为研究对象,依据最终实施的治疗方案分为对照组和观察组。对照组纳入 31 例患者,均经过 CAG 检查后接受 PCI 治疗,其中男性 16 例,女性 15 例;年龄 39 ~ 80 岁,平均(59.53 ± 2.64)岁。观察组纳入 37 例患者,均为同时接受 CAG、FFR 检测,并依据 FFR 值选择治疗方案,其中男性 19 例,女性 18 例;年龄 39 ~ 79 岁,平均(59.48 ± 2.61)岁。两组一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

1.1.1 纳入标准 ① 经 CAG 检查确定至少有 1 支冠脉管腔直径狭窄程度为 50% ~ 70% (血管直径超过 2.5 mm); ② 患者均自愿接受 FFR 检测; ③ 患者明确知晓有关检查及手术相关健康知识; ④ 签署相

关文书明确自主参与研究的意愿。

1.1.2 排除标准 ① 既往有 PCI、冠脉旁路移植术(coronary artery bypass-grafting, CABG)治疗史; ② 既往有心肌梗死病史,或近 1 周内发生过急性冠脉综合征; ③ 合并严重的慢性阻塞性肺疾病(慢阻肺)、心肌肥厚、肾功能不全、II ~ III 度房室传导阻滞、哮喘等疾病; ④ 合并全身感染性疾病,存在凝血功能障碍问题; ⑤ 合并精神分裂症、阿尔茨海默病、视听说障碍等疾病; ⑥ 冠脉呈持续痉挛表现,或冠脉狭窄程度超过 70%; ⑦ 对造影剂、诱导充血药物有过敏反应; ⑧ 中途脱落研究者。

1.1.3 伦理学 本研究符合医学伦理学标准,且已经通过本院伦理审批(审批号: 20230321)。

1.2 研究方法 对照组 31 例患者接受 CAG 检查,遵循 Judkins 法相关标准实施有关操作,在确定冠脉管腔狭窄程度为 50% ~ 70%,符合 PCI 术相关指征后开展介入治疗。

观察组 37 例患者先开展 CAG 检查,确认冠脉临界病变后即刻进行 FFR 测定: 经桡动脉鞘将 6F 指引导管置入,并缓慢推送 0.014 英寸压力导丝直至抵达冠脉口,校正冠脉口压力值,以确保压力导丝获取的数值与主动脉根部压力值一致。随后,将压力导丝缓慢推送至病变节段的远端(感受器距离远端 3 ~ 4 cm),并注意不要碰触血管壁,经肘正中静脉持续泵注三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP),输注速度参照以下公式: 输注速度(mL/h) = 体质量(kg) × 8.4,在冠脉靶血管呈最大充血状态时停止泵注 ATP,并记录 FFR 值,连续测量两次,取平均值作为最终结果。本研究测得的狭窄远端冠脉呈现最大充血状态下动脉压(Pd)与冠脉口部主动脉测得的平均压(Pa)差值为 ± 5 mmHg(1 mmHg ≈ 0.133 kPa),提示 FFR 值符合研究要求。根据 FFR 值进行分组,有 14 例患者的 FFR > 0.80,纳入药物组,均给予强

化药物治疗,包括阿司匹林、他汀类药物以及 β -受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂(angiotensin-converting enzyme inhibitor, ACEI)/血管紧张素受体拮抗剂(angiotensin receptor blockers, ARB)等;另外 23 例患者的 FFR \leq 0.80,纳入 PCI 组,均施以药物治疗联合 PCI 术。

1.3 观察指标

1.3.1 临床研究资料比较 统计对照组、药物组及 PCI 组的临床资料,包括性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、实验室检查指标[包括血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血小板计数(platelet count, PLT)、三酰甘油(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、尿酸(uric acid, UA)]、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、合并基础疾病(包括糖尿病、高血压、高脂血症)、长期吸烟史、冠心病家族史、住院期间及随访 1 年后的药物应用情况等,并对收集到的信息进行比较。

1.3.2 CAG 参数比较 比较对照组与观察组的

CAG 参数,包括病变部位、血管狭窄比例、参考血管直径、最小管腔直径。

1.3.3 PCI 治疗相关观察指标比较 记录对照组及观察组中 PCI 术患者的造影剂使用量、支架植入数量、手术时间,并对结果展开比较。

1.3.4 随访结果比较 对所有患者展开为期 1 年的随访,统计各组心脏不良事件发生情况和再发心绞痛情况,心肌梗死、心源性猝死、再次血运重建等均属于心脏不良事件,并对统计结果展开比较。

1.4 统计学方法 将自研究中调取的数据和资料在 SPSS 25.0 软件中展开规范统计。经检验,计量资料符合正态分布,以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)予以表述,两组间比较采用 t 检验;计数资料以例(%)予以表述,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 提示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组临床研究资料比较 对各组受检对象的临床研究资料进行观察和比较,结果显示差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),有可比性。见表 1。

表 1 对照组、药物组与 PCI 组的临床研究资料比较

指标	对照组($n=31$)	药物组($n=14$)	PCI 组($n=23$)	χ^2/F 值	P 值
性别(例)				1.509	0.470
男性	16	9	10		
女性	15	5	13		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.53 \pm 2.64	59.41 \pm 2.54	59.46 \pm 2.59	0.564	0.845
BMI(kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.25 \pm 4.78	25.87 \pm 4.83	25.91 \pm 4.85	1.241	0.428
Hb(g/L , $\bar{x} \pm s$)	138.48 \pm 15.65	140.24 \pm 16.08	139.54 \pm 15.89	1.026	0.512
PLT($\times 10^9/\text{L}$), $\bar{x} \pm s$	202.25 \pm 55.65	194.28 \pm 52.64	198.47 \pm 53.79	0.982	0.698
TG(mmol/L), $\bar{x} \pm s$	2.15 \pm 0.87	2.08 \pm 0.81	2.12 \pm 0.85	2.021	0.089
TC(mmol/L), $\bar{x} \pm s$	3.82 \pm 1.24	3.51 \pm 1.19	3.88 \pm 1.28	2.123	0.124
SCr($\mu\text{mol}/\text{L}$), $\bar{x} \pm s$	98.54 \pm 6.28	92.42 \pm 5.95	95.17 \pm 6.08	1.254	0.458
UA($\mu\text{mol}/\text{L}$), $\bar{x} \pm s$	391.25 \pm 45.89	393.52 \pm 46.28	389.95 \pm 44.87	0.859	0.624
LVEF(%), $\bar{x} \pm s$	64.52 \pm 8.45	62.34 \pm 7.96	63.38 \pm 8.18	1.032	0.246
合并糖尿病[例(%)]	12(38.71)	6(42.86)	13(56.52)	1.742	0.419
合并高血压[例(%)]	11(35.48)	3(21.43)	12(52.17)	3.666	0.160
合并高脂血症[例(%)]	8(25.81)	5(35.71)	12(52.17)	3.957	0.138
长期吸烟史[例(%)]	25(80.65)	12(85.71)	19(82.61)	0.172	0.918
冠心病家族史[例(%)]	14(45.16)	6(42.86)	12(52.17)	0.386	0.825
住院期间用药情况[例(%)]					
阿司匹林	31(100.00)	14(100.00)	23(100.00)		
他汀类	31(100.00)	14(100.00)	23(100.00)		
β -受体阻滞剂	31(100.00)	14(100.00)	23(100.00)		
ACEI/ARB	21(67.74)	11(78.57)	16(69.57)	0.562	0.755
随访 1 年后用药情况[例(%)]					
阿司匹林	31(100.00)	14(100.00)	23(100.00)		
他汀类	25(80.65)	11(78.57)	19(82.61)	0.094	0.954
β -受体阻滞剂	26(83.87)	12(85.71)	20(86.96)	0.103	0.950
ACEI/ARB	21(67.74)	10(71.43)	17(73.91)	0.248	0.883

注:PCI 为经皮冠状动脉介入术, BMI 为体质量指数, Hb 为血红蛋白, PLT 为血小板计数, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, SCr 为血肌酐, UA 为尿酸, LVEF 为左室射血分数, ACEI/ARB 为血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素受体拮抗剂;空白代表无此项

2.2 对照组与观察组 CAG 参数水平比较 对照组和观察组受检对象的冠脉病变部位、血管狭窄比例、参考血管直径和最小管腔直径比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 2。

表 2 对照组与观察组的 CAG 参数比较

组别	例数 (例)	病变部位〔例(%)〕		
		前降支	回旋支	右冠状动脉
对照组	31	14(45.16)	9(29.03)	8(25.81)
观察组	37	16(43.24)	10(27.03)	11(29.73)
χ^2 值		0.025	0.034	0.129
P 值		0.874	0.854	0.720

组别	例数 (例)	血管狭窄比例 (%, $\bar{x} \pm s$)	参考血管直径 (mm, $\bar{x} \pm s$)	最小管腔直径 (mm, $\bar{x} \pm s$)
对照组	31	58.26 ± 5.14	2.81 ± 0.59	1.22 ± 0.31
观察组	37	58.31 ± 5.22	2.78 ± 0.55	1.24 ± 0.35
t 值		0.040	0.217	0.247
P 值		0.969	0.829	0.806

注: CAG 为冠状动脉造影

2.3 PCI 组与对照组 PCI 治疗相关指标水平比较 PCI 组的造影剂使用量、支架植入数量均明显少于对照组,且手术时间明显较对照组短,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3。

表 3 对照组与 PCI 组的 PCI 相关指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	造影剂使用量 (mL)	支架植入 数量(个)	手术时间 (min)
对照组	31	259.52 ± 90.52	1.75 ± 0.33	62.87 ± 14.51
PCI 组	23	192.42 ± 81.45	0.82 ± 0.19	50.89 ± 12.14
t 值		6.820	12.092	3.211
P 值		0.001	0.001	0.002

注: PCI 为经皮冠状动脉介入术

2.4 各组随访结果比较 对三组受检对象的心脏不良事件发生率及再发心绞痛发生率进行比较,结果显示心肌梗死、心源性猝死、再次血运重建发生率,以及再发心绞痛发生率差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 4。

表 4 对照组、药物组及 PCI 组心脏不良事件发生率及再发心绞痛发生率比较

组名	例数 (例)	心脏不良事件发生率〔%(例)〕			再发心绞痛 发生率〔%(例)〕
		心肌梗死	心源性猝死	再次血运重建	
对照组	31	3.23(1)	0.00(0)	6.45(2)	6.45(2)
药物组	14	0.00(0)	0.00(0)	7.14(1)	21.43(3)
PCI 组	23	0.00(0)	0.00(0)	0.00(0)	4.35(1)
χ^2 值		1.211		1.615	3.554
P 值		0.546		0.446	0.169

注: PCI 为经皮冠状动脉介入术;空白代表无此项

3 讨论

冠心病是冠脉粥样硬化性心脏病的医学简称,顾名思义是指因冠脉产生的粥样硬化性斑块造成血管呈狭窄甚至阻塞,并由此影响心肌供血状况,从而导致心肌细胞出现缺氧、缺血性坏死表现的一种疾病^[4-5]。冠心病的危险因素较多,除了年龄、性别、家族史这些不可变因素之外,还和糖尿病、高血压、高血脂等基础疾病,以及不良生活方式等有关,患者常会受季节改变、剧烈活动、情绪激动等诱因影响而反复出现心悸、胸痛、心绞痛等症状,若病情逐步进展且反复发作,则有较大概率会引发心肌梗死、心力衰竭甚至猝死等严重结局,因此需要持续对冠心病患者进行冠脉病变情况的监测,以便在其冠脉病变处于临界值时选择适宜的干预手段,从而降低相关心血管事件的发生概率,改善患者预后^[6-8]。

目前,临床评估冠脉狭窄和缺血程度的手段有血管内超声(intravenous ultrasound, IVUS)、光学相干断层成像(optical coherence tomography, OCT)、CAG 等,其中,冠脉造影还被视作冠心病的诊断“金标准”。尽管如此,上述检查手段也仅能提供解剖学层面的影像评估建议,但对实际心肌缺血的程度却难以作出准确的判断,尤其是针对同时受多支血管影响的心肌缺血状况,难以准确判断出实际影响的是哪支病变血管。若单纯依靠上述评估手段,则有一定概率会造成干预不足(即血运重建不及时,进而引发急性心肌梗死等严重情况)或干预过度(即对无需介入治疗的病变支应用了支架植入技术,导致支架内血栓或再狭窄等情况,或过度应用抗血小板药物,不仅会提高出血风险,还增加了不必要的经济负担),因此,需要寻找其他更有助于准确评估心肌缺血情况,进而协助临床选择合理干预措施的评定指标^[9-11]。

FFR 最早在 1993 年被荷兰学者 Pijls 等提出,是一项能比较准确评估冠脉血流状况的新功能性指标,目前已被国内外各权威机构确定为冠脉狭窄严重程度的评定“金标准”,且在临床选择是否应用 PCI 术及评估患者预后方面作出了重要贡献^[12-13]。FFR 是指受狭窄冠脉支配的心肌供区所能获得的最大血流量与正常情况下同一区域在理论层面上所能获得的最大血流量的比值,也可简单理解为应用血管扩张药物后 Pd 与 Pa 的比值,同时,从其定义可知,FFR 测定值并不会受到心率、血压等因素的影响,而且该测定方法可重复操作,因此具有较高的

应用价值^[14-16]。2009 年,新英格兰医学杂志刊登了一篇关于 FFR 对比 CAG 指导下的冠脉介入治疗 (forecasting analysis and modeling environment, FAME) 的研究报道,针对存在多支冠脉血管病变的 1 005 例患者堆在 CAG 与 FFR 分别指导下施行 PCI 的治疗情况进行比较。随访 1 年后结果显示,FFR 指导组所用的造影剂总量、支架置入数量、手术耗材费用以及常见的不良心脏事件发生率均处于更低水平,而随访 2 年后结果更提示,FFR 指导组患者发生心肌梗死以及死亡的概率均远低于 CAG 指导组,该研究结果与本研究基本一致,进一步证明了本研究数据的真实性和可靠性^[17]。本研究主要纳入了 86 例经 CAG 检查确定为冠脉临界病变的患者作为研究对象,并从研究结果获悉,对照组、PCI 组及药物组患者的临床研究资料、CAG 参数以及随访结果均无明显差异,但相较于对照组,PCI 组的造影剂使用量、平均支架置入数量更少,手术时间更短,提示 FFR 在协助临床确定介入治疗时机方面有着重要的指导意义。

综上所述,作为目前国际公认能比较准确评价冠脉狭窄严重程度的一项功能性指标,FFR 在指导冠脉临界病变患者开展介入治疗方面有着重要的应用价值,有助于患者减少造影剂使用量并缩短手术时间,同时,还能取得比较理想的预后,但需要注意的是,FFR 值的获取必须确保准确,否则有可能反过来影响临床采取正确的治疗决策。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 霍志成,王永德,王晓梅,等. 血流储备分数指导女性冠状动脉临界病变的治疗及预后研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21 (6): 596-599. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2019.06.010.
- 刘鹏,孙昊洋,姜顺. 血流储备分数 CT 成像预测冠状动脉临界病变患者功能性心肌缺血的临床价值[J]. 临床误诊误治, 2019, 32 (5): 67-72. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2019.05.015.
- 杨金凤,贾辛未,唐伟,等. 冠状动脉血流储备分数指导下的心肌桥合并近端临界狭窄病变介入治疗疗效观察[J]. 心血管病学进展, 2020, 41 (3): 317-320. DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.03.025.
- 王文平. 血管内超声或血流储备分数指导冠状动脉临界病变介入治疗的临床效果研究[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4 (22): 191-192. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3807.2020.22.099.
- 马丽娟,陶娅琳,孙继芹,等. 冠心病患者抗心磷脂抗体和 β 糖蛋白抗体分析[J]. 实用检验医师杂志, 2022, 14 (1): 21-23. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2022.01.005.
- AHMAD A, CORBAN M T, TOYA T, et al. Coronary microvascular dysfunction is associated with exertional haemodynamic abnormalities in patients with heart failure with preserved ejection fraction[J]. Eur J Heart Fail, 2021, 23 (5): 765-772. DOI: 10.1002/ehf.2010.
- 陆志锋,陈晔明,王世祥. 不同血流储备分数冠状动脉临界病变的血管内超声特征研究[J]. 临床心血管病杂志, 2019, 35 (12): 1093-1097. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2019.12.008.
- 连亦田,朱晓阳,张守德,等. 冠状动脉血流储备分数联合冠状动脉造影对冠心病慢性心肌缺血患者治疗策略的指导价值[J]. 医学综述, 2021, 27 (1): 175-179. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2021.01.033.
- 罗振立. 血流储备分数 CT 成像预测冠状动脉临界病变患者功能性心肌缺血的临床意义[J]. 中国药物与临床, 2021, 21 (10): 1717-1718. DOI: 10.11655/zgywylc.2021.10.031.
- 杨祖欢. 血流储备分数和光学相干断层成像用于冠状动脉临界病变的治疗策略[J]. 心血管病学进展, 2018, 39 (6): 948-951. DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2018.06.020.
- 吴献鹏,胡新央. 冠状动脉血流储备分数的临床应用[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2019, 27 (7): 404-407. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2019.07.009.
- 丁浩,施有为,肖建强,等. 血流储备分数在冠状动脉临界病变治疗决策中的应用价值[J]. 中国心血管病研究, 2019, 17 (7): 611-614. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2019.07.009.
- PIJLS N H, van SCHAARDENBURGH P, MANOHARAN G, et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER study[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 49 (21): 2105-2111. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.01.087.
- 吴军,徐大文,文亚红. 心肌血流储备分数检测靶血管病变在冠状动脉临界病变治疗中的价值[J]. 实用医药杂志, 2019, 36 (8): 689-692, 699. DOI: 10.14172/j.issn1671-4008.2019.08.006.
- 左文杰,杨明明,陈怡帆,等. 基于血流储备分数探究冠状动脉功能性缺血的相关因素及其诊断价值[J]. 临床心血管病杂志, 2019, 35 (4): 344-348. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2019.04.013.
- 罗红敏. 血流储备分数指导经皮冠状动脉介入治疗可改善稳定性冠心病患者的预后[J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30 (11): 1028. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.11.102.
- 刘健,王伟民. 从 FAME 研究看功能性完全血运重建的重要意义[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2009, 17 (2): 61. DOI: CNKI:SUN:ZJXB.0.2009-02-002
- ZHANG X, YANG S, ZHANG P, et al. Efficacy of nicorandil on the prevention of contrast-induced nephropathy in patients with coronary heart disease undergoing percutaneous coronary intervention[J]. Coron Artery Dis, 2020, 31 (3): 284-288. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000826.

(收稿日期: 2023-06-05)

(本文编辑: 邵文)