

• 综 述 •

右冠状动脉解剖异常及病变特征对 PCI 的影响

汪建兵 综述, 凌智瑜[△] 审校

(重庆医科大学附属第二医院心血管内科, 重庆 400010)

[摘要] 右冠状动脉病变可表现为多样化解剖异常, 管壁僵硬增加, 血管走形扭曲及成角, 以及心动周期中过度铰链运动等特点。这些特点对经皮冠状动脉介入治疗(PCI)提出了显著的挑战。因此, 术前充分了解患者右冠状动脉的解剖异常和病变特征, 对于制定精确的介入治疗策略、提高 PCI 成功率和改善患者预后至关重要。

[关键词] 冠状动脉疾病; 经皮冠状动脉介入治疗; 解剖异常; 病变特征; 综述

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.10.033 **中图法分类号:** R541

文章编号: 1009-5519(2024)10-1777-04

文献标识码: A

Effect of right coronary artery anatomic abnormalities and pathological features on PCI

WANG Jianbing, LING Zhiyu[△]

(Department of Cardiology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

[Abstract] Right coronary artery anomalies can be characterized by a variety of anatomical abnormalities, including increased stiffness of the vessel wall, distortion and kinking of the arteries, as well as excessive hinge motion during the cardiac cycle. These characteristics pose significant challenges to percutaneous coronary intervention (PCI). Therefore, a thorough preoperative understanding of the patient's right coronary artery anatomical anomalies and lesion characteristics is crucial for devising precise interventional treatment strategies, increasing the success rate of PCI and improving the prognosis of patients.

[Key words] Coronary artery disease; Percutaneous coronary intervention; Anatomic(al) abnormality; Pathological features; Review

与其他冠状动脉(冠脉)病变相比, 右冠脉有更多的开口异常, 管壁顺应性下降和钙化结节, 这导致右冠脉的经皮冠脉介入治疗(PCI)中插管困难, 需要多根导管和导丝, 更多的造影剂用量和辐射暴露^[1-2]。此外, 由于右冠脉过度的扭曲成角度和铰链运动, 导致支架应力升高, 不仅造成支架断裂和支架回缩的风险增加, 而且使支架内再狭窄(ISR)发生的概率也增加。术前对右冠脉病变特征进行充分评估, 制定个体化的介入方案和选择适宜的介入器械可有效地应对以上困难。

1 右冠脉解剖异常的评价方法

冠脉造影作为评价冠脉病变的“金标准”, 是评价右冠脉解剖特点、走形、狭窄程度最为有效的方法, 但也有一些不足之处, 如有创伤、不能了解冠脉管壁内病变特征、冠脉的毗邻结构等。但若结合血管内超声(IVUS)或光学相干断层扫描(OCT), 可补足其不足之处。作为一种非侵入性影像学检查方法——冠脉 CT 血管成像(CCTA)可精确地显示冠脉解剖异常的种类及其相邻关系, 同时也可以获得用于评估病变斑块、钙化积分、支架断裂等的三维重建图形, 是目前

PCI 前对冠脉异常和冠脉疾病进行术前评估的一种可靠方法^[3-4]。随着磁共振技术的进展, 冠脉磁共振血管造影(MRA)和冠脉管壁斑块成像可对管腔狭窄或扩张的冠脉管壁斑块等病变进行无创的术前评价^[5]。

2 右冠脉解剖异常及病变特征对 PCI 的影响和对策

2.1 右冠脉起源异常及其临床意义 冠脉起源异常总患病率为 0.17%~1.30%, 以右冠脉起源异常最为常见, 多数异常无症状、无体征或无并发症, 通常在导管检查时偶然发现, 约 81% 的异常为“良性”异常^[6]。右冠脉异常起源的部位主要包括左冠状窦、高位开口、肺动脉等, 这些部位可能与冠脉缺血、猝死等有关^[7]。

右冠脉起源左冠状窦, 发病率为 0.26%~0.46%, 在成人中这种异常多数在生理上无意义且无临床表现, 保守治疗是有效的^[8-10]。但也有少数这类异常患者出现主动脉和肺动脉挤压右冠脉(多数发生于运动状态)或右冠脉开口呈裂隙样狭窄(开口与升主动脉夹角过小), 临床表现则为心肌缺血和心源性猝死, 对于此类患者有效的干预措施有外科手术矫形

[△] 通信作者, E-mail: wangjianbing019@163.com。

(或再植)和 PCI 2 种方式,均为安全、有效的治疗方式,可显著改善缺血症状和预防猝死^[11-12]。ANGELINI 等^[13]对 67 例右冠脉起源于左冠状窦患者使用 IVUS 检查,发现此类右冠脉异常普遍具有主动脉壁内的病程,在静息 IVUS 成像上只有偶尔的严重狭窄,另外也有研究证实,采用 IVUS 指导的 PCI 可改善患者的症状。对于存在此类异常的年轻运动员,通过运动限制可避免严重心脏事件或缺血症状及体征复发^[6,14]。

高位开口是指右冠脉开口起源于升主动脉(主动脉嵴和冠状窦交界处上方),然后与主动脉壁呈锐角向右前下方走行至右房室沟,只是近段长度较开口正常的右冠脉略增加,开口及管径均未见异常,也不会增加动脉粥样硬化的风险^[4]。

起源于肺动脉的右冠脉则是一种罕见的先天性心脏病变,可出现在儿童和成人中,可从无症状的杂音到猝死,心绞痛和呼吸困难是最常见的症状(分别占 22.4%和 17.0%),大多数患者需要外科手术修复,而这类异常不适合 PCI^[15]。

2.2 右冠脉开口部位与导管的选择 根据右冠脉开口部位及病变特点,选择合适的指引导管是 PCI 成功的关键,特别是右冠脉起源异常。导管深插或延伸导管技术的使用可增加右冠脉起源异常或高阻力病变的支撑力,缩短手术时间,提高成功率。与其他导管相比,Tiger 和 Ikari Left(IL)多功能导管可完成多数异常右冠脉起源病例的冠脉造影及 PCI,且风险更低^[16-17]。为方便介入治疗中合理的导管选择,根据左前斜 X 线图像上右冠脉近段与升主动脉角度分为水平角度(与主动脉角度为 90°)、向上角度(与主动脉角度小于 90°)、向下角度(与主动脉角度大于 90°,多为高位开口),以及起源异常^[18]。BEN-DOR 等^[1]对右冠脉开口变异也总结了不同的位置与对应的导管选择。结合具体临床实践,对这些观点进行了简化,即对起源于右冠状窦的右冠脉病变,如右冠脉近段与升主动脉角度为水平或向上角度,则选用 Short Amp-latz Left (SAL)、Extra-Backup RCA (XBRCA) 或 Amplatz Left (AL) 导管,以获得良好的支持和同轴性;如右冠脉近段与升主动脉角度为向下角度,可选择 Judkins Right(JR)、Amplatz Right(AR)或 AL 导管。当右冠脉起源于左冠状窦时应选择 Judkins Left (JL)、IL 或 AL(1.5-2) 导管;若右冠脉开口高于窦管平面,建议使用 IL、JR、AR 或 Multipurpose (MP) 导管。

2.3 右冠脉开口病变的组织特征导致 PCI 后支架慢性回缩 右冠脉开口病变具有下列组织学特征:(1)纤维化和包括平滑肌、胶原组织和钙化的硬化斑块;(2)独立起源于主动脉弹性肌纤维的肌肉束;(3)厚的外膜^[2]。右冠脉开口的组织学特性决定了右冠脉病变具有顺应性下降、弹性回缩更大等特征。WA-

TANABE 等^[19]进行的一项回顾性研究发现,内膜过度生长、慢性支架回缩、支架骨折是右冠脉开口支架再狭窄的重要病因。慢性支架回缩在右冠脉开口再狭窄中起重要作用,约 33%的右冠脉开口晚期管腔丢失是由于支架的慢性回缩^[20-21]。

2.4 右冠脉异常扭曲增加 PCI 难度和不良预后 右冠脉正常情况下存在生理性第一、二屈膝,形成 C 字形。右冠脉扭曲并不少见,扭曲的右冠脉给介入治疗带来导管支持力不足,导丝、球囊及支架通过困难,从而降低了 PCI 成功率及增加了支架再狭窄、靶病变血运失败等风险。右冠脉近段扭曲最长见于近段与主动脉角度小于 90°的情况,近段形态包括牧羊杖、撬棍和“Σ”样。牧羊杖右冠脉是指右冠脉近段呈牧羊杖样弯曲,患病率约为 5%,这种畸形在血流动力学方面无显著意义,但将植入物转向 180°较困难,导致较低的初次成功率和更高的并发症发生率^[22]。SAGLAM 等^[18]通过回顾性分析 1 118 例 CT 冠脉造影检查发现,41 例牧羊杖右冠脉(3.6%),其中约 50%的窦房结动脉来源右冠脉近段,因此,在牧羊杖右冠脉近段病变的 PCI 过程中需预防因窦房结动脉闭塞而发生的心律失常和心肌梗死。冠脉造影左前斜舒张期末期显示右冠脉呈“Σ”样扭曲,欧米茄样扭曲是急性下壁心肌梗死 PCI 后预后不良的指标之一^[23]。右冠脉中段及远端同样也存在各种血管扭曲,过度扭曲会增加导丝、球囊通过的阻力,给介入治疗带来困难。

2.5 铰链运动 铰链运动是指特定血管段与其近端血管或分叉血管的角度在心动周期中发生明显变化的现象,常见于冠脉扭曲病变处。右冠脉的铰链运动最为普遍,过度异常的铰链运动会使该部位支架及其边缘的机械应力增加,引起支架断裂和内膜过度增生,增加支架内血栓形成和 ISR 的风险,术前心脏舒张末期与收缩末期的血管角度差大于或等于 16°具有较强的 ISR 预测价值^[2,24]。右冠脉开口病变的 ISR 患者中约 51%出现支架断裂,与右冠脉开口和升主动脉过度异常铰链运动相关^[19,21]。CHAKRAVARTY 等^[25]荟萃分析结果显示,支架骨折平均发生率约为 4.0%,右冠脉支架骨折占有所有支架骨折的 56.4%,明显高于前降支、回旋支支架骨折发生率,与右冠脉异常铰链运动导致支架骨折有关。另外,钙化结节与右冠脉过度异常铰链运动导致钙化薄层断裂相关。TORII 等^[26]在对 1 200 例冠心病急性猝死患者的冠脉病理研究中发现 26 例钙化结节,约 61.5%的钙化结节发生于右冠脉,其中主要分布在右冠脉中段,证实与血管扭曲和异常铰链运动引起机械应力增加有关。右冠脉的异常铰链运动的病因目前尚不清楚,但与右冠脉异常扭曲、左心室收缩功能增强有关^[27]。

2.6 提高右冠脉 PCI 疗效的建议 (1)选择合适的指引导管,以及合理使用子母导管技术。根据导管支撑力强弱分为普通支撑(JR、IL 导管等)、中等支撑

(SAL、XBRC A 导管等)及强支撑[AL 导管(0.75/1)]。对右冠脉病变存在解剖异常、严重扭曲、钙化等复杂冠脉病变,可直接使用强支撑的 AL1 指引导管,如因强支撑导管插管困难可选普通指引导管加延伸导管(如 Guidezilla、Expressman)深插来增强支撑力。与前降支和回旋支相比,右冠脉 PCI 中使用 Guidezilla 最为常见^[28-29]。(2)在右冠脉病变(尤其是开口)PCI 中使用 IVUS 指导,以确保开口或斑块被支架完全覆盖、支架膨胀满意,可明显提高疗效^[2,24,30-31]。(3)对严重钙化的高阻力病变进行充分预处理。右冠脉严重钙化、扭曲多数同时存在,采用旋磨术、激光消融术及切割球囊进行充分预处理,能提高 PCI 成功率和增加支架内管腔横截面积,从而改善患者预后^[2,32-33]。(4)选择具有更高强度和开环结构的支架。右冠脉支架骨折发病率高与其管壁僵硬、扭曲和铰链运动等特征有关,为避免支架骨折发生,可选择开环结构的合金(如钴-铬、镍-钛合金等)支架^[2,34-35]。(5)右冠脉弥漫性长病变使用串联支架时,支架重叠部位应避免右冠脉近段、扭曲段和铰链点,可减少支架断裂、支架内血栓形成等风险。

3 右冠脉 ISR 的现状和治疗建议

JIMBA 等^[24]回顾性研究发现,右冠脉 PCI 后 6~18 个月的 ISR 发生率为 9.9%,异常铰链活动和残余斑块负荷对狭窄进展具有协同作用。右冠脉开口的 ISR 发生率为 7.5%~12.7%,约 50%的原因为机械因素(支架断裂、支架扩张不足、突出的钙化结节等),另外,右冠脉开口处植入支架直径小也是 ISR 的高危因素之一,在无新支架植入的机械性右冠脉开口 ISR 时,后续缺血事件发生率较高^[2,19,24]。再次支架植入和药物球囊是治疗 ISR 的主要方法,根据 IVUS 或 OCT 进一步明确右冠脉 ISR 的发生机制,以机械因素为主的 ISR 建议再次支架植入,而非机械性因素为主的 ISR,药物球囊也是不错的选择,对于同一部位反复发生 ISR 应考虑外科搭桥手术。

4 小 结

尽管右冠脉的解剖异常和病变特点增加了 PCI 的难度,增加了支架再狭窄和靶病变治疗失败的概率,但对于伴严重动脉粥样硬化病变的右冠脉异常患者,PCI 仍是一种安全、有效的治疗策略。术前采用 CCTA 或冠脉 MRA 对右冠脉病变进行充分评估;术中应选择合适的指引导管,IVUS 实时监测,钙化病变进行充分预处理;异常扭曲和铰链运动的病变部位,使用更强的开环结构的合金支架。这些综合措施可提高手术成功率并优化长期疗效。

参考文献

[1] BEN-DOR I, WEISSMAN G, ROGERS T, et al. Catheter selection and angiographic views for anomalous coronary arteries: A practical

guide[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021, 14(9):995-1008.

- [2] YAMAMOTO K, SATO T, SALEM H, et al. Mechanisms and treatment outcomes of ostial right coronary artery in-stent restenosis[J]. EuroIntervention, 2023, 19(5):e383-e393.
- [3] 王星,顾隽珩,张洪,等.右冠脉起始部-主动脉夹角与右冠脉斑块成分及狭窄程度的关系探讨[J].天津医药,2020,48(6):527-530.
- [4] 吴启源,陈琦,赵志宏,等.右冠状动脉高位开口的 CT 血管成像表现及临床意义[J].中国医刊,2023,58(5):572-574.
- [5] KATO Y, AMBALE-VENKATESH B, KASAI Y, et al. Non-contrast coronary magnetic resonance angiography: Current frontiers and future horizons[J]. MAGMA, 2020, 33(5):591-612.
- [6] PALMIERI V, GERVASI S, BIANCO M, et al. Anomalous origin of coronary arteries from the "wrong" sinus in athletes: Diagnosis and management strategies[J]. Int J Cardiol, 2018, 252:13-20.
- [7] BIBEVSKI S, RUZMETOV M, TURNER I I, et al. Anomalous aortic origin of right coronary artery: Outcomes of surgical and nonsurgical treatment[J]. Ann Thorac Surg, 2022, 114(6):2338-2345.
- [8] GENTILE F, CASTIGLIONE V, DE CATERINA R. Coronary artery anomalies[J]. Circulation, 2021, 144(12):983-996.
- [9] ALBUQUERQUE F, DE ARAUJO GONÇALVES P, MARQUES H, et al. Anomalous origin of the right coronary artery with interarterial course: A mid-term follow-up of 28 cases[J]. Sci Rep, 2021, 11(1):18666.
- [10] RAMPONI F, KIBIRPOUR A, POCOCK E, et al. Unroofing of an anomalous right coronary artery originating from the left coronary sinus [J]. Multimed Man Cardiothorac Surg, 2023, 2023:96.
- [11] DARKI A, MOTIWALA A, BAKHOS L, et al. Technical success and long-term outcomes after anomalous right coronary artery stenting with cardiac computed tomography angiography correlation[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2020, 96(2):320-327.
- [12] BONILLA-RAMIREZ C, MOLOSSI S, SACHDEVA S, et al. Outcomes in anomalous aortic

- origin of a coronary artery after surgical reimplantation[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 162(4):1191-1199.
- [13] ANGELINI P, URIBE C, MONGE J, et al. Origin of the right coronary artery from the opposite sinus of Valsalva in adults; Characterization by intravascular ultrasonography at baseline and after stent angioplasty[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2015, 86(2):199-208.
- [14] MOLOSSI S, MARTÍNEZ-BRAVO L E, MERY C M. Anomalous aortic origin of a coronary artery[J]. *Methodist Deakey Cardiovasc J*, 2019, 15(2):111-121.
- [15] GUENTHER T M, SHERAZEE E A, WISNESKI A D, et al. Anomalous origin of the right coronary artery from the pulmonary artery: A systematic review [J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 110(3):1063-1071.
- [16] DATTA G, RAI D P. Abnormal origin of right coronary artery and use of Tiger catheter through femoral route [J]. *Indian Heart J*, 2016, 68(1):102-105.
- [17] MAHANTA D, GADADE S V, PARHI D K, et al. Primary percutaneous coronary intervention of acute thrombotic occlusion of a Low-Lying tortuous right coronary artery with a multipurpose catheter in an octogenarian[J]. *Cureus*, 2023, 15(9):e46048.
- [18] SAGLAM M, OZTURK E, SIVRIOGLU A K, et al. Shepherd's crook right coronary artery: A multidetector computed tomography coronary angiography study [J]. *Kardiol Pol*, 2015, 73(4):261-273.
- [19] WATANABE Y, TAKAGI K, NAGANUMA T, et al. Independent predictors of in-stent restenosis after drug-eluting stent implantation for ostial right coronary artery lesions[J]. *Int J Cardiol*, 2017, 240:108-113.
- [20] ABDULRAHMAN B, MASHAYEKHI K, TAJTI P, et al. Clinical outcomes after additional dynamic renal[®] stent implantation for stent recoil in ostial coronary lesions[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(12):3964
- [21] OHASHI K, ABE D, KUROKI N, et al. Clinical impact of the gap-angle ratio in patients with ostial lesions of the right coronary artery undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Heart Vessels*, 2019, 34(11):1717-1727.
- [22] NAGULAKONDA S, PANDEY N N, KUMAR S, et al. Shepherd's crook configuration of an early preventricular branch of right coronary artery [J]. *BMJ Case Rep*, 2021, 14(9):e246312.
- [23] GÜNGÖR B, ALPER A T, OZCAN K S, et al. Presence of sigma shaped right coronary artery is an indicator of poor prognosis in patients with inferior myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 84(6):965-972.
- [24] JIMBA T, IKUTOMI M, TSUKAMOTO A, et al. Effect of hinge motion on stent Edge-Related restenosis after right coronary artery treatment in the current Drug-Eluting stent era[J]. *Circ J*, 2021, 85(11):1959-1968.
- [25] CHAKRAVARTY T, WHITE A J, BUCH M, et al. Meta-analysis of incidence, clinical characteristics and implications of stent fracture[J]. *Am J Cardiol*, 2010, 106(8):1075-1080.
- [26] TORII S, SATO Y, OTSUKA F, et al. Eruptive calcified nodules as a potential mechanism of acute coronary thrombosis and sudden death[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(13):1599-1611.
- [27] PARK J S, CHO I H, KIM Y J. Stent fracture and restenosis after zotarolimus-eluting stent implantation[J]. *Int J Cardiol*, 2011, 147(2):e29-e31.
- [28] MA M, DIAO K Y, LIU X J, et al. Early clinical experience with Guidezilla for transradial interventions in China[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):5444.
- [29] KUMAR P, AGGARWAL P, SINHA S K, et al. The safety and efficacy of guidezilla catheter (Mother-in-Child catheter) in complex coronary interventions; An observational study[J]. *Cardiol Res*, 2019, 10(6):336-344.
- [30] NASU K Y, OIKAWA Y, HABARA M, et al. Efficacy of biolimus A9-eluting stent for treatment of right coronary ostial lesion with intravascular ultrasound guidance; A multi-center registry[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2018, 33(4):321-327.
- [31] 衣非凡, 姜校颖, 吕焕然, 等. 血管内成像识别冠状动脉的高风险斑块[J]. *国际心血管病杂志*, 2023, 50(5):283-286. (下转第 1792 页)

理理念,为药学科普体系提供更大动力,有效激励医院药师积极参与药学科普工作,保障药学科普工作高质量、持续开展^[19]。目前,本院的科普绩效激励制度体系尚在初创阶段,未来将进一步改进,以建立更加细化的绩效奖励指标,努力为保障本地区大众合理用药筑牢“最后一公里”。

综上所述,通过开展多元化药学科普,提高了入院患者的合理用药意识,保障了患者用药的安全、有效,为江西省萍乡地区新媒体服务模式的探索和实践提供了参考依据。

参考文献

- [1] 陈仪生. 县级医院在新医改形势下药事质控工作初步探讨[J]. 中国误诊学杂志, 2021, 16(4): 372-374.
- [2] 张雅鑫, 艾超, 冀召帅, 等. 新医改形势下药学服务探索的问卷调查与分析[J]. 中国医院用药评价与分析, 2022, 22(7): 887-889.
- [3] 朱慧慧, 崔亚慧, 王双有, 等. 药学科普干预对癌痛患者疼痛、用药依从性及药品不良反应发生情况的影响[J]. 航空航天医学杂志, 2022, 33(10): 1153-1156.
- [4] 王良芳. 儿童医院门诊药房拓展多元化药学服务实践与探讨[J]. 安徽医学, 2023, 22(1): 14-16.
- [5] 邓锦满, 徐永祥, 何瑞荣. 我院药学科普精准推送平台建设的实践与体会[J]. 海峡药学, 2022, 34(7): 155-158.
- [6] 张蕊, 郭振军, 张鹏, 等. 新媒体技术在盲人药学科普中的应用调查[J]. 中国药业, 2023, 32(21): 5-8.
- [7] 王汝, 胡颖. 依托微信公众平台拓展全程药学服务的实践[J]. 中医药管理杂志, 2021, 29(23): 306-307.
- [8] 周波. 基于微信公众平台的公立医院药学服务现状与思考[J]. 现代医院, 2022, 22(11): 1740-1744.
- [9] 辛莉, 邱凯锋. 新媒体时代下医院药师药学科普传播能力提升[J]. 今日药学, 2020, 30(9): 641-643.
- [10] 林琦, 张金, 李瑛瑛, 等. 合理用药科普作品质量评价体系的构建[J]. 海峡药学, 2022, 34(11): 109-113.
- [11] 盛玉清, 王艳, 房树华, 等. 临床药师在药学科普活动中的作用[J]. 抗感染药学, 2020, 17(8): 1223-1225.
- [12] 杜宏国. 县级医院开展临床药学服务面临的困境与对策[J]. 医学食疗与健康, 2021, 19(4): 194-195.
- [13] 曾菁, 杜山. PDCA 循环在提高我院门诊发药交待服务质量中的应用[J]. 海峡药学, 2018, 30(1): 278-279.
- [14] 尤本明, 王志君, 朱素燕, 等. 药学专业技术人员从事科普工作的必要性探讨[J]. 上海医药, 2023, 44(13): 82-85.
- [15] 钱怡璇, 张亚妮. “问药师”平台构建与用药咨询服务实践研究[J]. 中医药管理杂志, 2020, 28(2): 105-107.
- [16] 辛雅雯, 王亚峰. 某院全程化药学服务转型体系的构建及实践[J]. 现代医药卫生, 2022, 38(18): 3226-3228.
- [17] 卢金森, 王广飞, 王月玥, 等. 人工智能与儿科安全合理用药科普互动共生模式的实践与展望[J]. 中国医院用药评价与分析, 2023, 23(7): 769-772.
- [18] 赵丹惠, 吕霁航, 韩亮. “健康中国”背景下的安全用药教育研究[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10(6): 55-57.
- [19] 林琦, 张金, 李瑛瑛, 等. 三级药师在药学科普微信公众号运营中的作用[J]. 海峡药学, 2022, 34(8): 170-172.

(收稿日期:2023-11-08 修回日期:2024-01-26)

(上接第 1780 页)

- [32] 韩风杰, 郑海军, 郑献召, 等. 血管内超声指导下的旋磨术联合切割球囊预处理冠状动脉重度钙化病变:120 例前瞻性随机对照试验[J]. 南方医科大学学报, 2021, 41(7): 1044-1049.
- [33] KOZINSKI L, ORZAŁKIEWICZ Z. Lithotripsy and ultrasound: Useful armamentarium in the case of ostial calcified stenosis of the right coronary artery[J]. Cardiol J, 2020, 27(1): 89-90.
- [34] 阮月华, 胡龙龙, 杨人强. 冠状动脉支架断裂的研究进展[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2020, 28(5): 286-290.
- [35] KURAMITSU S, HIROMASA T, ENOMOTO S, et al. Incidence and clinical impact of stent fracture after PROMUS element platinum chromium everolimus-eluting stent implantation[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8(9): 1180-1188.

(收稿日期:2024-01-12 修回日期:2024-03-29)