

药物涂层球囊在冠心病分叉病变中的应用进展

曹建华, 阿 荣*

(内蒙古医科大学附属医院 心血管内科, 内蒙古 呼和浩特 010050)

【摘要】冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary atherosclerotic heart disease, CHD), 简称冠心病, 是心血管系统中常见的疾病之一。近年来, 随着城市中人们工作压力的增加、生活作息的不规律以及人口老龄化的加剧, 冠心病的发病率正在逐年上升。如今临床上冠心病的诊断主要依靠冠状动脉造影, 经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)成为了冠心病的主要治疗方式; 其中, 冠状动脉分叉病变(coronary bifurcation lesion, CBL) 占有经皮冠状动脉介入治疗的15%~20%^[1]。近几年来, 随着我国医疗水平不断发展和科学的不断进步, 使得冠状动脉分叉病变的治疗不仅仅局限于支架治疗, 药物涂层球囊(drug coated balloon, DCB)已经作为一种新的介入治疗技术应用在了分叉病变治疗中。但是, 冠状动脉分叉病变的处理依旧充满了挑战, 分叉病变的治疗效果仍然不是很理想。

【关键词】PCI; 冠心病分叉病变; 药物涂层球囊; 药物洗脱支架

中图分类号: R543.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-512X(2022)04-0442-05

PROGRESS IN APPLICATION OF DRUG COATED BALLOON IN CORONARY ARTERY BIFURCATION DISEASE

CAO Jianhua, Arong*

(Department of Cardiovascular Medicine, Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010050, China)

【Abstract】 Coronary atherosclerotic heart disease (CHD), referred to as coronary heart disease, is one of the common diseases in the cardiovascular system. In recent years, with the increase of work pressure, the irregularity of daily life and the aging of the population in cities, the incidence of coronary heart disease is increasing year by year. Nowadays, the diagnosis of coronary heart disease mainly depends on coronary angiography, and percutaneous coronary intervention (PCI) has become the main treatment of coronary heart disease; among them, coronary bifurcation lesions (CBL) account for 15%~20% of all percutaneous coronary intervention^[1]. In recent years, with the continuous development of medical level and scientific progress in our country, the treatment of coronary bifurcation lesions is not limited to stent therapy. Drug coated balloon (DCB) has been used in the treatment of bifurcation lesions as a new interventional technology. However, the treatment of bifurcation lesions is still full of challenges, and the therapeutic effect of bifurcation lesions is still not ideal.

【Keywords】 Percutaneous coronary intervention; Bifurcation of coronary heart disease; Drug-coated balloon; Drug-eluting stent

目前, 心血管疾病已经成为我国人口死亡的主要原因之一, 而冠状动脉粥样硬化性心脏病是最常见的心血管疾病。据调查发现, 我国冠心病病死率呈总体上升趋势, 冠心病的危险因素如血脂异常、高血压、吸烟、肥胖等也在逐年增加。目前, 冠心病的治疗方法有很多, 如一般防治、药物、介入和

手术治疗等。一般防治措施主要以控制危险因素、降低冠心病的发病率, 提高生活质量为目的; 而药物治疗是基础; 介入和手术则是通过对狭小或闭塞的血管实施血运重建或旁路移植术改善动脉的血供。如今, 介入手术已经成为了治疗CHD的主要策略。在冠状动脉病变中, 冠状动脉分叉病变(CBL)

收稿日期: 2022-01-24; 修回日期: 2022-07-25

第一作者: 曹建华(1995-), 女, 2020级在读硕士研究生。E-mail: caojianhua1995@163.com

*通信作者: 阿荣, 男, 硕士, 主任医师。研究方向: 心脏介入治疗, 高血压、冠心病、心律失常、心力衰竭、血脂异常的诊治。

E-mail: arong0308@126.com

最为常见, 占有经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的15%~20%。在过去几年中, 分叉病变经皮冠状动脉介入治疗的最佳介入治疗方法一直是争论的焦点。由于金属裸支架(bare metal stent, BMS)相关的支架内再狭窄(in-stent restenosis, ISR)的发生率高, 在这种情况下, 药物洗脱支架(drug-eluting stent, DES)逐渐发展起来, DES可以使ISR的发生率降低到5%~10%之间, 尽管DES技术正在不断发展, 支架内再狭窄、支架内血栓形成仍在继续发生^[2]。随着药物涂层球囊(drug coated ballon, DCB)的出现, 它作为一种新技术应用在了分叉病变的介入治疗中, 药物球囊通过球囊扩张向靶病变血管输送包裹在聚合物基质中的涂有抗细胞增殖的药物, 而且不会留下金属网状物^[3], 为CBL的介入治疗带来了新的途径。加之临床上不少患者排斥支架植入, 不愿意选择支架治疗, 相对更容易接受药物涂层球囊治疗, 实现了介入无植入。因此, 对于冠心病分叉病变患者来说, 可供选择的治疗策略也越来越多。

1 冠状动脉分叉病变

冠状动脉分叉病变是指冠状动脉主支、分支部位分别或同时存在狭窄的病变。分叉病变的治疗是目前冠状动脉介入治疗领域的一大挑战。分叉病变经皮冠状动脉介入治疗的目的是优化主支血流并维持分支最小的残余狭窄和血流, 防止其闭塞, 并最大限度地提高双侧支的长期通畅性^[4]。冠状动脉分叉病变处的解剖结构复杂, 这种复杂性受多种因素的影响, 如斑块负荷和位置差异、主支和侧支之间的夹角大小以及分叉处血管的直径等^[5]。正是由于这种复杂性的存在, 所以没有两个分叉是完全相同的, 因此不能对每个分叉病变都采用同一种策略。分叉部位角度不同、主支与侧支病变的程度不同等原因可能会导致分叉病变的介入治疗困难, 导致斑块移位, 甚至分支血管闭塞, 从而增加手术难度与并发症的发生率, 影响介入治疗的效果。在过去的十年中, 对于冠状动脉分叉病变的治疗更多的是讲究“简单”, 即: 单支架植入术, 主要是由于应用复杂方法治疗分叉病变时发生支架内血栓和心肌梗死的概率较高。简单的治疗方法不但能够减少手术相关的并发症, 而且使长期随访期间与设备相关的临床事件发生率降低。但是简单方法的缺点是在主支植入支架后, 可能会因为脱位的斑块

导致分叉处侧支开口狭窄甚至闭塞。在这种情况下, 药物洗脱球囊的出现为分叉病变提供了一种新的治疗策略。

2 药物洗脱支架

对于冠心病患者冠状动脉粥样硬化所导致的血管狭窄来说, 在冠状动脉植入支架可以直接改善狭窄部位血管的血流, 恢复狭窄血管的血供。早期应用于介入治疗中的支架是金属裸支架(bare metal stent, BMS), 由于金属裸支架刺激血管内膜, 使血管内膜增生程度增大, 且临床再狭窄的发生率高, DES应运而生, 目前已经基本上取代了金属裸支架。药物洗脱支架由两部分组成: 支架和一种覆盖在支架表面的药物, 当前DES负载的最常见药物是雷帕霉素、紫杉醇类抗增生药, 所以目前我国常用的支架为雷帕霉素与紫杉醇支架。雷帕霉素在哺乳动物细胞中被发掘出具有免疫抑制和抗增殖的特性, 雷帕霉素信号通路(MTOR)是细胞增殖、代谢的主要调节因子, 雷帕霉素是一种MTOR的特异性阻断剂, 它可以阻断信号通路, 从而抑制细胞的增殖和代谢; 但雷帕霉素和紫杉醇都可以促进炎症细胞因子IL-1 β 、IL-6、TNF- α 的表达, 同时抑制IL-10、IL-35、TNF- β 的表达, 在低密度脂蛋白的诱导下, 能进一步增强促炎症反应的发生。有研究表明DES表面的涂层药物紫杉醇和雷帕霉素能够通过促进炎症因子表达, 同时减少抑炎因子的表达而加重炎症反应, 进而促进平滑肌细胞(smooth muscle cell, SMC)增殖, 可能导致支架内再狭窄(in-stent restenosis, ISR)的发生^[6]。有证据表明, 新一代DES比BMS的有效性和安全性更高。新一代DES采用先进的支架设计, 在不使用特定的生物相容性聚合物的情况下有助于将ISR的发生率降低到5%~10%^[7]。

虽然有研究表明DES应用于分叉病变处有较好的长期预后效果, 但是, 目前应用DES治疗分叉病变仍然存在问题。最重要的问题就是ISR率较高, ISR一直被认为是限制冠状动脉支架置入术远期疗效的主要并发症^[8]。ISR主要是由于支架置入血管, 对血管壁造成损伤, 其中机械拉伸、内皮脱落和血管内膜下出血造成的炎症反应起着关键作用, 不同的机制触发了几个不同增殖过程的关联反应而形成再狭窄^[8]; 其次, 应用DES后, 支架急性、亚急性和晚期血栓形成, 分支血管闭塞等问题也存在。尽管新一代药物洗脱支架和双重抗血小板药

法的发展在降低支架血栓形成、再狭窄和TVR的发生率方面取得了很好的效果,但仍有可能出现不理想的结果。

3 药物涂层球囊

普通球囊(PB)其实就是一个简单的球囊,在支架植入前扩张血管,并不能够长时间维持血管畅通。而药物涂层球囊(DCB)主要由三个部分组成:球囊、载药物物质(即涂层)和抗增殖药物。DCB是PB与药物洗脱技术的结合。近年来,DCB成为了冠状动脉介入治疗领域的新兴设备,有望克服药物洗脱支架的某些局限性,在复杂的分叉冠状动脉介入治疗中具有潜在的优势。DCB没有金属结构,球囊表面没有聚合物,可以将药物在短时间内释放到血管壁上,而且在血管内无多聚物残留。DCB通过这样的作用机制发挥作用:在球囊表面附着上抗细胞增殖的药物,在球囊放入血管壁扩张的过程中均匀、快速地将球囊表面的抑制增殖药物转移到局部病变的血管壁,在有限的时间内控制药物活性,使得新生内膜增殖反应程度最高,从而对平滑肌细胞的增殖起到抑制作用,防止血管再狭窄^[9]。到目前为止,已经有了好几种抑制新生内膜增生有显著疗效的涂层方法,然而,基于基质涂层的紫杉醇涂层球囊是研究最多的药物涂层球囊。目前FDA批准的所有DCB都使用紫杉醇作为涂层药物,但有不同的药物浓度和载体^[10]。紫杉醇是一种抗肿瘤细胞毒类药物,可以充分结合微管蛋白的 α 、 β 两端(微管是一种长丝状的管状蛋白质聚合物,构成细胞骨架的主要成分),微管在细胞形态的发育和维持细胞内运输、细胞信号传递以及细胞有丝分裂中发挥着重要作用。大量微管非正常聚合使细胞骨架整体平衡状态发生改变,诱导和促进微管蛋白聚合、防止解聚,使细胞结构出现畸变,导致细胞终止在有丝分裂的G2或M期,细胞在进行有丝分裂时不能形成纺锤体和纺锤丝,抑制了细胞分裂和增殖,从而发挥抗增殖作用^[11]。紫杉醇作为脂溶性物质,可以在短时间内迅速进入到血管壁,从而发挥抑制作用,相比于脂溶性差的雷帕霉素,更适合于药物涂层球囊。而且随着血液流动,一部分紫杉醇能够被血流冲走代谢,不会引起不良反应^[12]。

DCB与PB相比,由于PB血管成形术的血管内治疗受到很高TRL率的限制,并且在多项随机临床试验中被证明不如基于DES和DCB^[13],故DCB目前

成为了介入治疗的新发展方向;与普通球囊血管成形术(plain old balloon angioplasty, POBA)相比,药物涂层球囊(DCB)在降低ISR发生率和靶病变血运重建(target lesion revascularization, TLR)方面显示出良好的效果。DCB应用于分叉病变,其与普通球囊相比远期并发症概率小,在分叉病变中也具有良好的应用前景,这在临床治疗中是很有吸引力的。

药物涂层球囊(DCB)血管成形术治疗血管狭窄时起始也容易发生再狭窄^[14],但是DCB在保留DES抗再狭窄优势的前提下,将潜在的长期安全问题降至最低^[15]。与药物洗脱支架相比,DCB还具有附加优势:涂有抗增殖剂的球囊可以在不使用聚合物的情况下将药物均匀释放到血管壁;不增加新的支架层,维持冠状动脉的原始解剖结构;更为重要的一点是,药物涂层球囊特别是在治疗再狭窄病变、小血管和高出血风险的患者时,可以减少长时间的双重抗血小板治疗的强度和持续时间;DCB可能在治疗一些不适合行DES植入的病变方面发挥作用,如ISR、小血管疾病或分叉处,在某些适应证下再狭窄率较低^[16]。正是因为药物涂层球囊目前存在很多的优势,这项技术已经代表了CBL介入治疗发展的多样性和介入无植入的理念。

其实,分叉病变本身是支架血栓形成的危险因素,DCB与DES相比,DES表面涂层药物在促进平滑肌细胞增殖的同时会减少新的内膜形成(降低再狭窄率),但也影响动脉壁的愈合,这种延迟的动脉愈合形成了支架血栓形成的病理基础。而目前仍有选择单一支架手术的趋势,原因是双支架技术在某种程度上会增加细胞毒性药物的水平,导致动脉长时间损伤,动脉壁对永久性支架聚合物涂层的超敏反应也容易导致血栓形成,导致新的动脉粥样硬化^[17]。相比较单支架植入术而言,虽然双支架治疗分叉病变术后即刻效果较好,但手术难度大、辐射剂量大^[18],所以,对于分叉病变来说,无论是选择单支架还是双支架治疗,支架植入后血栓形成等情况还是有很大可能会出现。这也是近年来DCB能越来越多的应用在分叉病变治疗策略中的原因之一。

4 总结与进展

近年来,冠状动脉分叉病变经皮冠状动脉介入治疗在DCB技术、临床经验等方面都有了巨大的发展。在冠状动脉原发分叉病变治疗中,与普通球囊相比,应用DCB可能会降低分支血管再狭窄率、减

少分支晚期管腔丢失情况,与DES相比,应用DCB可能会降低ISR,减少支架内血栓形成。Megaly^[19]将349名冠状动脉分叉病变患者分为DCB组和BA组,DCB组和BA组的单支架置入率分别为7.5%和8.6%,平均随访(9.1 ± 2.1)个月,血管造影随访显示,与BA组相比,DCB组的单支架晚期管腔丢失较少,单支架二次再狭窄的风险差异无统计学意义,1年半的随访中,DCB和BA发生主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)的风险相似。Lee等^[20]证明将DCB用于LM分叉ISR是可行的,当将该技术与DES进行比较时,发现DCB治疗后的TLR发生率、再发心肌梗死发生率和心血管事件病死率较低。Erdogan等^[21]研究表明药物涂层球囊治疗左主干主要分支是安全有效的,DCB联合临时DES植入术可以提供出色的急性血管造影结果,并与入院时有0,0,1或0,1,0型左主干分叉病变的急性冠脉综合征患者短期内较低的MACE发生率有关。Vos等^[22]将STEMI的120例患者分为DCB和DES组,随访至9个月时,2例患者需要非紧急靶病变血运重建术(每组1例),实验表明在STEMI前提下,DCB在9个月时评估的血流分数储蓄不逊于DES。Nasir等^[23]对103例中的73例采用了使用双支架技术行左主干冠状动脉PCI,30例则接受了单支架PCI治疗,在6个月的随访期间,仅植入一枚支架MACE率(4.1%)较双支架策略(16.7%)低。从而得出了结论:与ULMCA分叉干预的双支架策略相比,单支架方法似乎显示出良好的临床结果。

冠状动脉分叉部位粥样硬化病变的发生、发展以及介入治疗的结果主要取决于局部血流动力学状态^[24]。综上所述,药物涂层球囊、药物洗脱支架各有利弊,在冠状动脉粥样硬化性心脏病的介入治疗中,PCI作为一种微创技术能用最小的创伤给患者带来最大的效益。但就目前介入治疗的发展现状来看,不同情况血管病变的治疗方法并不固定,在选择最佳的介入治疗方法时,应综合考虑各种因素:包括临床患者自身的情况、病情轻重、血管条件的好坏和患者意愿等。随着我国医疗水平不断发展及DCB优点的显现,相信未来对于分叉病变会找到最优的治疗策略,也能更好地应用于临床治疗中。

参考文献

- [1]Chang CF, Chang KH, Lai CH, et al. Clinical outcomes of coronary artery bifurcation disease patients underwent Culotte two-stent technique: a single center experience[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2019, 19(1): 208-209
- [2]Shlofmitz E, Iantorno M, Waksman R. Restenosis of drug-eluting stents: a new classification system based on disease mechanism to guide treatment and state-of-the-art review[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2019, 12(8): e007023
- [3]Yerasi C, Case BC, Forrestal BJ, et al. Drug-coated balloon for de novo coronary artery disease: JACC state-of-the-art review[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 75(9): 1061-1073
- [4]Rathore S, Tehrani S, Prvulovic D, et al. Drug coated balloons and their role in bifurcation coronary angioplasty: appraisal of the current evidence and future directions[J]. Expert Rev Med Devices, 2020, 17(10): 1021-1033
- [5]Elwany M, Palma GD, Cortese B. Treatment of coronary bifurcation lesions: current knowledge and future perspectives[J]. Future Cardiol, 2018, 14(2): 165-179
- [6]蔡悦. 紫杉醇与雷帕霉素对人主动脉平滑肌细胞炎症性细胞因子表达及增殖的影响[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2018
- [7]Windecker S, Pilgrim T, Ueki Y. Drug-eluting stent choice in patients with acute myocardial infarction[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(1): 112-115
- [8]Aoki J, Tanabe K. Mechanisms of drug-eluting stent restenosis[J]. Cardiovasc Interv Ther, 2021, 36(1): 23-29
- [9]Dai Y, Wang L, Fu L, et al. The efficacy and safety of domestic and imported rapamycin drug-eluting stents and paclitaxel drug-coated balloons in the treatment of coronary bifurcation lesions[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(8): 9421-9428
- [10]Anantha NM, Love K, Nagpal S, et al. Safety and efficacy of paclitaxel drug-coated balloon in femoropopliteal in-stent restenosis[J]. Expert Rev Med Devices, 2020, 17(6): 533-539
- [11]Alqahtani FY, Aleanizy FS, Tahir E, et al. Paclitaxel. Profiles Drug Subst Excip Relat Methodol. 2019; 44: 205-238
- [12]Speck U, Häckel A, Schellenberger E, et al. Drug distribution and basic pharmacology of paclitaxel/resveratrol-coated balloon catheters[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 2018, 41(10): 1599-1610
- [13]Bausback Y, Wittig T, Schmidt A, et al. Drug-eluting stent versus drug-coated balloon revascularization in patients with femoropopliteal arterial disease[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(6): 667-679
- [14]Abdul SS, Tran H, Thongprayoon C, et al. Comparison of drug-coated balloon angioplasty versus conventional angioplasty for arteriovenous fistula stenosis: Systematic review and meta-analysis[J]. J Vasc Access, 2020, 21(3): 357-365
- [15]Shin ES, Bang LH, Jun EJ, et al. Provisional drug-coated balloon treatment guided by physiology on de novo coronary lesion[J]. Cardiol J, 2020, 33(5): 66-68
- [16]Meneguz RA, Ribamar CJ, Abizaid A. Drug-coated balloons: hope or hot air: update on the role of coronary DCB[J]. Curr Cardiol Rep, 2018, 20(10): 100
- [17]Behan MW, Holm NR, Belder AJ, et al. Coronary bifurcation lesions treated with simple or complex stenting: 5-year survival from patient-level pooled analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study[J]. Eur Heart J, 2016, 37(24): 1923-1928

(下转第448页)

医院教务部与实习科室的沟通和联系,实现了不同实习点的同质化培养,改变了过去教学管理滞后,教学秩序混乱,教师随意调课,旷课的局面,使各项教学工作实现了制度化、规范化管理模式。

3.2 增强了临床教师的教学意识和教学积极性

通过实施全程教学质量监控,临床教师的教学意识明显增强,医院形成了积极参与教学的良好氛围。通过一系列激励措施的实施,极大程度上调动了教师参与教学方法改革和教学研究的积极性。医院每年有40多项教改课题获得校级立项,20多项教改课题获得自治区级“十三五”教育教学改革立项,年均发表教学论文80余篇。成立校级优秀教学团队5个,自治区级2个。2022年荣获自治区级教学成果奖3项。4门课程获校级精品资源共享课,3门课程获自治区“双一流”课程。

3.3 促进了学生临床实践能力的提高

通过实施教学质量监控,学生的临床思维能力和实践操作能力也得到较大提高。2016级临床本科生在2020年第十届中国大学生医学技术技能大赛中荣获华北赛区特等奖、全国总决赛金奖。2019年、2020年本科执业医师分阶段考试通过率分别为86.25%、87.13%,高于全国平均水平。专业学位研究生的年度业务水平测试成绩、执业医师资格通过率、住院医师规范化培训结业考核通过率在全区处于领先地位。自身能力评价调查结果显示,大多数学生的临床综合能力得到有效提升。

实践证明,建立科学、系统、规范的临床实践教学教学质量监控评价体系,不仅可以提高临床教师的教学积极性,提升教学水平,同时还极大程度上提升

学生的自主学习能力,保障学生在临床实践阶段获得高质量的教学^[8,9]。医院通过构建和完善临床实践教学教学质量监控评价体系,进一步规范和完善了临床教学管理体系,强化了教学工作在附属医院发展建设中的重要地位,充分发挥了附属医院教学管理对学校教育的重要作用。

参考文献

- [1]高琪佩,刘世明,刘金保,等. 大学附属医院临床医学学科与大学基础学科共建模式初探[J]. 现代医院, 2020, 20(9): 1304-1307
 - [2]方熙茹,杨铭昊,朱娅君. 医教协同背景下临床实践教学教学质量监控体系完善策略探析[J]. 湖南中医药大学学报, 2019, 39(11): 1422-1425
 - [3]管兰芳,侯建成,郑中华. 在临床医学专业认证背景下教学质量监控体系的构建研究[J]. 卫生职业教育, 2018, 13(12): 64-65
 - [4]张兰芳,周金娜,张继伟. 专业认证背景下临床实践教学体系的优化管理[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(6): 82-85
 - [5]龚剑锋,田东波,王笑飞,等. 多元化考核系统在临床医学实习阶段的应用研究[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(19): 45-48
 - [6]陆垚,唐东晓,朱汉伟,等. 高校附属医院教学监测评估与临床实习质量关系的研究[J]. 现代医院, 2021, 21(12): 1935-1938
 - [7]胡子旺,齐硕,张新华,等. 临床实习教学质量多维度评价指标及数学模型的构建与应用[J]. 中国高等教育, 2018, 6: 88-89
 - [8]杜娟娟,钟远鸣,黄彬,等. 中医学专业后期实践教学质量监控体系的构建与实践[J]. 中国医学教育技术, 2017, 31(6): 706-709
 - [9]刘伟,孙京文,黄清波,等. 应用三维质量结构模型构建临床护理教学质量评价指标[J]. 中华护理教育, 2017, 14(5): 351-355
-
- (上接第445页)
- [18]Cui KY, Lyu SZ, Song XT, et al. Long term outcomes of drug-eluting stent versus coronary artery bypass grafting for left main coronary artery disease: a meta-analysis[J]. J Geriatr Cardiol, 2018, 15(2): 162-172
 - [19]Megaly M, Rofael M, Saad M, et al. Outcomes with drug-coated balloons for treating the side branch of coronary bifurcation lesions[J]. J Invasive Cardiol, 2018, 30(11): 393-399
 - [20]Lee WC, Hsueh SK, Chen CJ, et al. The comparison of clinical outcomes after drug-eluting balloon and drug-eluting stent use for left main bifurcation in-stent restenosis[J]. Int Heart J, 2018, 59(5): 935-940
 - [21]Erdogan E, Li Z, Zhu YX, et al. DCB combined with provisional DES implantation in the treatment of De Novo Medina 0, 1, 0 or 0, 0, 1 left main coronary bifurcation lesions: a proof-of-concept study[J]. Anatol J Cardiol, 2022, 26(3): 218-225
 - [22]Vos NS, Fagel ND, Amoroso G, et al. Paclitaxel-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stent in acute myocardial infarction: the REVELATION randomized trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12(17): 1691-1699
 - [23]Nasir M, Shafique HM, Hussain S, et al. Percutaneous coronary intervention for left main coronary artery bifurcation lesions: two-stent versus one-stent strategy for comparison of 6-month MACE[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2020, 30(9): 894-899
 - [24]Cornelissen A, Guo L, Sakamoto A, et al. Histopathologic and physiologic effect of bifurcation stenting: current status and future prospects[J]. Expert Rev Med Devices, 2020, 17(3): 189-200