

腔内影像学在冠状动脉支架内再狭窄诊治应用中的研究进展

张爽 吴娜琼

(中国医学科学院阜外医院 国家心血管病中心 心血管代谢中心, 北京 100037)

【摘要】 经皮冠状动脉介入治疗后支架内再狭窄是目前亟待解决的难题。仅依靠冠状动脉造影诊治支架内再狭窄的效果不尽人意。腔内影像学可更为细致地观察冠状动脉内支架及斑块结构特点, 不仅可探究支架内再狭窄的病因, 还可精准地指导手术, 降低主要心血管不良事件风险。现对目前腔内影像学在支架内再狭窄中的诊治应用做一综述。

【关键词】 支架内再狭窄; 经皮冠状动脉介入治疗; 腔内影像学

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2022.05.002

Application of Intravascular Imaging in Diagnosis and Treatment of Coronary In-Stent Restenosis

ZHANG Shuang, WU Naqiong

(Cardiometabolic Center, National Center for Cardiovascular Diseases, Fuwai Hospital, CAMS & PUMC, Beijing 100037, China)

【Abstract】 In-stent restenosis after percutaneous coronary intervention remains a challenging problem, and coronary angiography could not solve the in-stent restenosis well. The emergence of intracavitary imaging technology can observe the characteristics of plaque structure in more detail. It can not only explore the cause of in-stent restenosis, but also guide percutaneous coronary intervention to reduce the risk of major cardiovascular events. In this review, we will discuss the current application of intravascular imaging in the diagnosis and treatment of in-stent restenosis.

【Key words】 In-stent restenosis; Percutaneous coronary intervention; Intravascular imaging

支架内再狭窄 (in-stent restenosis, ISR) 仍是目前介入心脏病学领域研究中的热点问题。如何预防患者 ISR 以及针对 ISR 再次行血运重建是目前困扰介入医生的一个难点。传统的冠状动脉造影作为评估患者冠状动脉病变狭窄情况和指导手术治疗的手段, 已不能满足 ISR 诊治的需求, 仍存在一定的不足。通过二维的管腔造影图像无法准确地评估患者目前病变的斑块特点和支架植入效果等, 而腔内影像学则可以很好地解决这一问题。血管内超声 (intravascular ultrasound, IVUS) 和光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 可显示支架扩张程度和支架植入情况, 通过更为精细的图像来观察并研究 ISR 的发生机制。

1 腔内影像学

IVUS 借助超声探头, 由超声波原理对血管壁横截面进行实时成像。OCT 则凭借光学信号成像方法, 可

提供 10 ~ 20 μm 的轴向分辨率。两种手段都可以获得斑块细微特征以及对病变进行评估^[1]。相较于借助声学信号成像的 IVUS, OCT 由于借助光学原理可展现更为清晰的图像。但 OCT 本身需使用造影剂清空血流, 肾功能受损的患者需谨慎使用 OCT。此外, 在评价血管壁方面, 穿透力高的 IVUS 效果更好^[2]。因此, IVUS 和 OCT 在应用上各有优劣。

2 ISR 机制

ISR 分为血管造影再狭窄和临床再狭窄。造影再狭窄是指支架内或支架边缘 5 mm 内管腔面积丢失 > 50%, 而临床再狭窄是指在造影结果上出现以下临床症状: (1) 再发心绞痛; (2) 心电图提示心肌缺血; (3) 经 IVUS 发现最小管腔面积 (minimal lumen area, MLA) < 4 mm² (左主干 < 6 mm²); (4) 无症状但 ISR 面积 $\geq 70\%$; (5) 血流储备分数 < 0.80^[3]。根据造影特点, Mehran 分型中 ISR 可分为四型: I 型为局灶型

ISR, 病变长度 ≤ 10 mm, 病变可位于相邻的支架之间或在支架的近端或远端; II 型为弥漫型 ISR, 病变长度 > 10 mm, 病变仅限于支架, 而不超出其末端; III 型为分散性和增殖型 ISR, 病变长度 > 10 mm, 并延伸至支架边缘以外; IV 型为全闭塞型 ISR, TIMI 血流分级为 0 级^[4]。

然而, 腔内影像学(包括 IVUS 和 OCT)可更为准确地评估患者斑块的结构特点, 可提供 ISR 在不同阶段更为精细的形态特征, 为 ISR 研究提供更直观的证据^[1,3,5-6]。借助腔内影像学手段, Waksman 分型通过不同 ISR 发生机制可分为五种类型(表 1)^[7-8]。

表 1 支架内狭窄分类

类型	定义
I	机械性 膨胀不全(I A) 支架结构(I B)
II	生物性 内膜增生(II A) 非钙化新生动脉粥样硬化(II B) 钙化新生动脉粥样硬化(II C)
III	混合性(机械性和生物性)
IV	慢性完全闭塞病变
V	经 2 层以上支架处理的再狭窄

20 世纪 70 年代, 冠状动脉球囊扩张开始应用于改善心肌缺血症状的治疗, 并发现其术后 12 个月后的再狭窄率(30%~50%)。历经金属裸支架(bare-metal stent, BMS)和第 1、2 代药物洗脱支架(first/second-generation drug-eluting stent, 1G/2G-DES)的不断改善, 术后 12 个月后的再狭窄率从 BMS 的 20%~30% 到 1G-DES 的 5%~15% 以及 2G-DES 的 $\leq 5\%$ ^[9-10]。患者行经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)后发生血管损伤过度反应, 导致血管平滑肌细胞激活而过度增生和迁移, 使得管腔面积变小, 即 ISR^[4,11-12]。目前腔内影像学研究^[4,5,7-9,11]认为内膜增生、新生动脉粥样硬化和血管重构等是其主要发病机制。

DES 根据目前的药物涂层不同分为 1G-DES 和 2G-DES。其中, 1G-DES 药物涂层主要为西莫罗斯和紫杉醇, 2G-DES 则主要为依维莫司和佐他莫司。不同类型的支架发生 ISR 的机制存在差异^[7,11]。1G-DES 在 OCT 图像下显示非均质性病变, 然而 2G-DES 则以均质性病变为主^[13]。DES 表面载有抗增生的紫杉醇或雷帕霉素类药物可抑制病变处的血管增生^[12]。并且新一代的 DES 支架金属结构得到改良, 避免金属成分镍诱发过敏反应导致 ISR 的发生^[3,5]。但部分植入 DES 的患者仍出现 ISR, 这与药物释放过慢、药物分布不均和药物残留时间过长相关^[5,12]。且在腔内影像

学的观察下, DES-ISR 和 BMS-ISR 新生内膜特征也存在一定差异。BMS 的新生内膜组成以细胞为主, 且富含 III 型胶原蛋白和蛋白多糖(如多功能蛋白聚糖和透明质酸), 后续被 I 型胶原蛋白逐渐取代。与之相反, DES 增生内膜的细胞结构较少, 但细胞外基质沉积较多, 而且随着时间的推移无显著变化^[7-8]。OCT 观察下 BMS 和 DES 新生动脉粥样硬化也存在差别: DES 新生动脉粥样硬化较显著且薄纤维帽斑块较多^[8]。

近年来最新的生物可吸收支架(bioresorbable vascular scaffolds, BVS)研发成功。BVS 由高分子聚合物构成, 可提供和非降解支架相当的支撑力。并且可在人体内降解为水和二氧化碳, 可解决非降解支架植入后金属成分诱发的 ISR^[3,8]。然而, 部分患者植入 BVS 后同样也会出现 ISR。目前已有研究表明, 如 Chavarría 等^[14]纳入 330 例患者共计 380 处经 BVS 干预的病变, 在(19 \pm 10)个月的随访中, 有 5.4% 的患者出现 ISR。针对这些 ISR 病变, OCT 图像显示其富含脂质, 呈现层状病变, 新生动脉粥样硬化是导致 BVS 出现 ISR 的主要机制。

通过 OCT 分析发现不同阶段的 ISR 其发生机制存在差异。Jinnouchi 等^[15]发现 DES-ISR 早期 ISR(<1 年)和晚期 ISR(>1 年)的病变特点存在一定差异。在分析了 324 例患者共计 337 处病变的 OCT 图像后, 发现早期 ISR 主要与动脉内膜增生相关, 而晚期 ISR 则以新生动脉粥样硬化为主。Song 等^[16]回顾 171 例 DES-ISR 患者, 经分析认为早期 ISR 与最小支架面积(minimum stent area, MSA) < 4.0 mm² 相关, 而新生动脉粥样硬化在晚期 ISR 中更常见。

在实际临床观察中, ISR 发生与患者 PCI 手术策略和病变特点相关^[1,4,8]。经腔内影像学观察认为支架扩张不充分、支架不能完全覆盖病变以及支架贴壁不良等因素均会导致 ISR 的发生^[9]。机械性原因所致 ISR 在 DES 中常见^[7]。

3 腔内影像学指导支架植入

IVUS 和 OCT 可指导介入医生对病变进行充分的预处理。如选择合适长度和大小的支架以达到最大支架面积, 减少支架地理缺失, 识别支架贴壁不良和支架膨胀不全。合理的预处理可减少 ISR 的风险^[1,6]。一项纳入 31 个研究共计 17 882 例患者的研究^[17]分析, 相较于冠状动脉造影, 经腔内影像学指导 PCI 可减少患者靶病变再次血运重建的风险。

PCI 术前的 MSA 是目前较为重要的预测 ISR 的危险因素^[2,6,18]。Fujita 等^[19]回顾了 192 例患者共计 223 处病变的 IVUS 图像, 基线 MSA ≤ 5.3 mm² 是患者发生 ISR 的独立危险因素。尽管 DES 类型较多, 但

MSA 预测患者 ISR 发生率的界值较为一致^[1,6,20]。Song 等^[20]对 912 例患者的 990 处病变经 IVUS 术前评估其 MSA, 基线 MSA $< 5.5 \text{ mm}^2$ 的患者容易发生 ISR。经过纳入 450 例患者的随机对照研究^[21]发现, 经 OCT 指导后 MSA 为 5.79 mm^2 ($4.54 \sim 7.34 \text{ mm}^2$), 经 IVUS 指导后 MSA 为 5.49 mm^2 ($4.39 \sim 6.59 \text{ mm}^2$)。经分析 OCT 指导 PCI 并不劣于 IVUS 指导 ($P < 0.001$), 但也不优于 IVUS ($P = 0.420$)。

支架地理缺失因支架不能覆盖整个病变而导致边缘夹层以及新生动脉粥样硬化, 从而导致 ISR^[3,6,11]。冠状动脉造影和 IVUS 结果并不一致, 仅靠造影结果会低估患者的病变长度^[6]。腔内影像学通过精确的图像以确定最佳的支架着陆点和长度^[1]。

支架膨胀不全也是患者发生 ISR 的重要危险因素^[22-23]。植入支架面积越小, 新生内膜越明显。而支架面积越大, 患者发生 ISR 的风险越小^[11]。Fujino 等^[24]纳入 133 例患者经 OCT 检查认为, 病变成角 $> 180^\circ$ 、厚度 $> 0.5 \text{ mm}$ 以及长度 $> 5 \text{ mm}$ 可增加支架膨胀不全的风险。

钙化是支架膨胀不全的最重要的原因^[3,7,11]。IVUS 和 OCT 都可识别患者钙化斑块, 但 IVUS 无法穿透钙化组织。OCT 则可以借助光学原理穿透钙化组织, 测量钙化斑块的厚度、体积和大小。对钙化斑块的合理预处理可避免支架膨胀不全, 减少 ISR 的发生风险^[1,7]。

4 ISR 处理的对策

目前研究已证实 ISR 发病机制之间存在很大差异。通过腔内影像学对不同 ISR 病变细微结构的识别, 针对不同机制导致的 ISR 采取合适的处理方式以获得更多的临床获益^[1,3,7]。如 iOPEN-ISR 研究^[25]纳入 1 522 例患者, 其中 65.9% 的患者经 IVUS 观察下治疗 ISR, 与仅通过造影指导干预 ISR 相比, IVUS 指导下患者的主要心血管不良事件 (major adverse cardiovascular event, MACE) 的发生率显著降低 ($18.0\% \text{ vs } 24.5\%$, $P = 0.0014$)。

4.1 普通球囊血管成形术

普通球囊血管成形术 (plain old balloon angioplasty, POBA) 最早应用于 ISR 的处理。高压力和非顺应性球囊可获得很好的疗效^[3,8], 尤其是针对支架膨胀不全^[8]。目前多项研究^[3,8,26]表明单独应用 POBA 对 ISR 治疗效果较差, 现 POBA 多和其他手段联合使用治疗 ISR。

4.2 切割球囊

切割球囊可纵向切割冠状动脉斑块, 减轻环向应力。相较于普通球囊可使病变处血管内膜因扩张造

成的损伤局限于切口处, 从而减少不规则撕裂, 减少严重夹层发生的可能性, 在复杂冠状动脉病变处理中发挥重要作用^[3,8]。

4.3 药物洗脱球囊

与 DES 相比, 药物洗脱球囊 (drug-eluting balloon, DEB) 在无金属结构的基础上, 具备快速释放和吸收药物的特性, 可有效地治疗 ISR^[3,5]。但 DEB 并不适合于全部病变, Xhepa 等^[27]纳入 197 例患者, 经 OCT 检查认为在 ISR 患者内膜增生呈高不均质的患者中采用 DES 优于 DEB (MACE: $HR = 0.26$, $P = 0.004$)。此外, Lee 等^[28]还通过 OCT 观察了 122 例患者共计 122 处 ISR, 认为 DEB 干预前新生内膜体积 $\geq 50\%$ 和干预后新生内膜体积 $\geq 25\%$ 是 MACE 发生的危险因素。一项纳入 8 项随机对照试验共 1 413 例患者的 meta 分析发现, DEB 相较 POBA 显著降低患者 MACE 事件 ($RR = 0.37$, $P < 0.01$) 和靶血管重建 ($RR = 0.27$, $P < 0.01$)。但与 DES 相比, 二者并无差异, 在针对 ISR 上 DES 和 DEB 效果相似^[26]。

4.4 再次植入支架

再次植入新的支架也是治疗 ISR 较为有效的手段^[3,8]。最早使用 BMS 治疗 ISR, 相比 POBA 干预 ISR 效果较好, 几项 IVUS 研究发现对于 BMS-ISR, 再次植入 BMS 支架早期可获得较好的管腔面积。而随着支架技术的不断更新, DES 相较 BMS 针对患者 ISR 干预效果更好。基于 IVUS 观察, 使用 DES 后患者内膜增生减少, 4 年随访观察结果显示 MACE 并未显著增加^[3]。但鉴于 DES-ISR 主要由机械性原因所致, 针对 DES-ISR 的治疗较为复杂困难。一项纳入 38 项研究的 meta 分析认为对于 DES-ISR 再次植入 DES, 可减少患者靶血管再次血运重建的风险 [$RR = 0.5$ ($0.36 \sim 0.69$)]^[29]。但同时再次植入金属物也存在再次发生 ISR 的风险^[30]。基于 BVS 可提供同非降解支架同样的支撑力, 并且最后在人体内代谢消失的理论^[3,8], 已有研究^[3,31]证实 BVS 治疗 ISR 是安全和可行的手段。Bossard 等^[32]纳入 53 例患者, 经过 48 个月及以上时间的随访, OCT 发现使用 BVS 和 DEB 的患者, MSA 并无显著差异 [5.47 ($4.44 \sim 7.69$) mm^2 vs 6.70 ($5.00 \sim 7.82$) mm^2 , $P = 0.24$]。Rivero 等^[31]则纳入 15 例使用 BVS 治疗 ISR 的患者, 经 OCT 发现患者 MLA 由术前 (1.3 ± 0.6) mm^2 扩展到术后 (6.4 ± 2.0) mm^2 。

4.5 冠状动脉旋磨术及激光

冠状动脉旋磨术主要应用于钙化斑块的处理上。通过高速旋转的磨头或激光可磨除患者新生内膜组织和新生动脉粥样斑块^[3,33]。腔内影像学手段可识别 ISR 的钙化成分, 针对斑块进行旋磨进而对病变进行

预处理^[2]。Lee 等^[34]通过 OCT 观察发现旋磨可使钙化环断裂,使先前植入支架更好地扩张。Hirose 等^[35]使用 OCT 观察认为激光联合球囊与单用球囊相比,联合手段下球囊压力较小,对血管壁损伤较小。避免高压球囊造成的血管壁撕裂再次诱发 ISR^[3,35]。除此之外还可联合 DEB,经 OCT 检查可发现激光联合 DEB 后减少管腔面积丢失 $[(1.51 \pm 0.47) \text{ mm} \text{ vs } (1.29 \pm 0.52) \text{ mm}, P=0.012]$ ^[36]。

4.6 冠状动脉内放射治疗

血管内放射治疗通过病变暴露于放射性同位素下,抑制新生内膜增生来减少 ISR 的发生风险,尤其是针对难治性 ISR^[3,8,37]。但先前随机对照试验^[3]显示血管内放射治疗在 ISR 上劣于 DES。此外,Chen 等^[38]回顾了 461 例患者,其中 333 例仅接受血管内放射治疗,89 例患者接受血管内放射治疗联合 BMS 以及 39 例患者接受血管内放射治疗联合 DES。经 12 个月随访,血管内放射治疗联合后续支架植入预后较差。除治疗效果不明显外,使用血管内放射治疗患者需延长抗血小板药服用时间^[8]。加之需控制放射剂量,种种缺点使得血管内放射治疗并未推广使用。

5 结论

对于 ISR 患者,腔内影像学不仅在探究发生机制上,并且在 PCI 中发挥重要作用。冠状动脉造影作为二维图像可能无法更为准确地显示患者的血管结构,但腔内影像学可以弥补这一缺点。通过更为精准的图像,针对不同类型的 ISR,给予合适的措施处理,可更好地指导 ISR 患者的临床诊疗,改善患者预后。

参考文献

- [1] Mintz GS, Guagliumi G. Intravascular imaging in coronary artery disease [J]. *Lancet*, 2017, 390(10096): 793-809.
- [2] Shlofmitz E, Ali ZA, Maehara A, et al. Intravascular imaging-guided percutaneous coronary intervention: a universal approach for optimization of stent implantation [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2020, 13(12): e008686.
- [3] Her AY, Shin ES. Current management of in-stent restenosis [J]. *Korean Circ J*, 2018, 48(5): 337-349.
- [4] Ullrich H, Olschewski M, Münzel T, et al. Coronary in-stent restenosis: predictors and treatment [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2021, 118(38): 637-644.
- [5] Zhang DM, Chen S. In-stent restenosis and a drug-coated balloon: insights from a clinical therapeutic strategy on coronary artery diseases [J]. *Cardiol Res Pract*, 2020, 2020: 8104939.
- [6] Maehara A, Matsumura M, Ali ZA, et al. IVUS-guided versus OCT-guided coronary stent implantation: a critical appraisal [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(12): 1487-1503.
- [7] Shlofmitz E, Case BC, Chen Y, et al. Waksman in-stent restenosis classification: a mechanism-based approach to the treatment of restenosis [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2021, 33: 62-67.
- [8] 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.
- [9] Torrado J, Buckley L, Durán A, et al. Restenosis, stent thrombosis, and bleeding complications: navigating between Scylla and Charybdis [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(15): 1676-1695.
- [10] Waksman R, Iantorno M. Refractory in-stent restenosis: improving outcomes by standardizing our approach [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2018, 20(12): 140.
- [11] Aoki J, Tanabe K. Mechanisms of drug-eluting stent restenosis [J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2021, 36(1): 23-29.
- [12] Sakamoto A, Sato Y, Kawakami R, et al. Risk prediction of in-stent restenosis among patients with coronary drug-eluting stents: current clinical approaches and challenges [J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2021, 19(9): 801-816.
- [13] Kajiya T, Yamaguchi H, Takaoka J, et al. In-stent restenosis assessed with frequency domain optical coherence tomography shows smooth coronary arterial healing process in second-generation drug-eluting stents [J]. *Singapore Med J*, 2019, 60(1): 48-51.
- [14] Chavarría J, Suárez de Lezo J, Ojeda S, et al. Restenosis after everolimus-eluting vascular scaffolding. Angiographic and optical coherence tomography characterization [J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2017, 70(7): 543-550.
- [15] Jinnouchi H, Kuramitsu S, Shinozaki T, et al. Difference of tissue characteristics between early and late restenosis after second-generation drug-eluting stents implantation—An optical coherence tomography study [J]. *Circ J*, 2017, 81(4): 450-457.
- [16] Song L, Mintz GS, Yin D, et al. Characteristics of early versus late in-stent restenosis in second-generation drug-eluting stents: an optical coherence tomography study [J]. *EuroIntervention*, 2017, 13(3): 294-302.
- [17] Buccheri S, Franchina G, Romano S, et al. Clinical outcomes following intravascular imaging-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention with stent implantation: a systematic review and Bayesian network meta-analysis of 31 studies and 17,882 patients [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(24): 2488-2498.
- [18] Yin D, Mintz GS, Song L, et al. In-stent restenosis characteristics and repeat stenting underexpansion: insights from optical coherence tomography [J]. *EuroIntervention*, 2020, 16(4): e335-e343.
- [19] Fujita T, Takeda T, Hano Y, et al. Post-intervention minimal stent area as a predictor of target lesion revascularization after everolimus-eluting stent implantation for in-stent restenosis: a single-center observational study [J]. *Coron Artery Dis*, 2019, 30(6): 432-439.
- [20] Song HG, Kang SJ, Ahn JM, et al. Intravascular ultrasound assessment of optimal stent area to prevent in-stent restenosis after zotarolimus-, everolimus-, and sirolimus-eluting stent implantation [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 83(6): 873-878.
- [21] Ali ZA, Maehara A, Généreux P, et al. Optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound and with angiography to guide coronary stent implantation (ILUMIEN III: OPTIMIZE PCI): a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2016, 388(10060): 2618-2628.
- [22] Komukai K, Kubo T, Kitabata H, et al. Effect of atorvastatin therapy on fibrous cap thickness in coronary atherosclerotic plaque as assessed by optical coherence tomography: the EASY-FIT study [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(21): 2207-2217.
- [23] Puri R, Nicholls SJ, Shao M, et al. Impact of statins on serial coronary calcification during atheroma progression and regression [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(13): 1273-1282.
- [24] Fujino A, Mintz GS, Matsumura M, et al. A new optical coherence tomography-based calcium scoring system to predict stent underexpansion [J]. *EuroIntervention*, 2018, 13(18): e2182-e2189.
- [25] Shlofmitz E, Torguson R, Zhang C, et al. Impact of intravascular ultrasound on

- Outcomes following Percutaneous coronary intervention for In-stent Restenosis (iOPEN-ISR study) [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 340:17-21.
- [26] Gao S, Shen J, Mukku VK, et al. Efficacy of drug-eluting balloons for patients with in-stent restenosis: a meta-analysis of 8 randomized controlled trials [J]. *Angiology*, 2016, 67(7):612-621.
- [27] Xhepa E, Bresha J, Joner M, et al. Clinical outcomes by optical characteristics of neointima and treatment modality in patients with coronary in-stent restenosis [J]. *EuroIntervention*, 2021, 17(5):e388-e395.
- [28] Lee JH, Kim U, Kim JS, et al. Clinical implication of neointimal burden in in-stent restenosis treated with drug-coated balloon [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 98(3):493-502.
- [29] Goel SS, Dilip Gajulapalli R, Athappan G, et al. Management of drug eluting stent in-stent restenosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 87(6):1080-1091.
- [30] Siontis GC, Stefanini GG, Mavridis D, et al. Percutaneous coronary interventional strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis [J]. *Lancet*, 2015, 386(9994):655-664.
- [31] Rivero F, Bastante T, Cuesta J, et al. Treatment of in-stent restenosis with bioresorbable vascular scaffolds: optical coherence tomography insights [J]. *Can J Cardiol*, 2015, 31(3):255-259.
- [32] Bossard M, Attinger A, Wolfrum M, et al. Bioresorbable scaffold versus drug coated balloon for treatment of in-stent-restenosis—Long-term outcomes of the randomized ABSORB-ISR trial [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(suppl_2):ehaa946. 2493.
- [33] Rawlins J, Talwar S, Green M, et al. Optical coherence tomography following percutaneous coronary intervention with Excimer laser coronary atherectomy [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2014, 15(1):29-34.
- [34] Lee T, Shlofmitz RA, Song L, et al. The effectiveness of excimer laser angioplasty to treat coronary in-stent restenosis with peri-stent calcium as assessed by optical coherence tomography [J]. *EuroIntervention*, 2019, 15(3):e279-e288.
- [35] Hirose S, Ashikaga T, Hatano Y, et al. Treatment of in-stent restenosis with excimer laser coronary angioplasty: benefits over scoring balloon angioplasty alone [J]. *Lasers Med Sci*, 2016, 31(8):1691-1696.
- [36] Ishihara T, Dohi T, Nakamura D, et al. Impact of in-stent tissue characteristics on excimer laser coronary angioplasty prior to drug-coated balloon treatment [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 339:28-32.
- [37] Kyaw H, Johal G, Gedela M, et al. Is coronary brachytherapy staging a comeback for the treatment of in-stent restenosis? [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2021, 23(11):156.
- [38] Chen Y, Buchanan KD, Chan RC, et al. Combined vascular brachytherapy and stenting for the treatment of in-stent restenosis [J]. *Am J Cardiol*, 2020, 125(5):712-719.

收稿日期:2021-12-31

《心血管病学进展》对来稿中表格制作的要求

表格可用全线表、省线表(包括三线表)和无线表。表格应是完整的、可独立存在的形象化语言,表格的内容应简洁直观,以数字表达为主,避免与文字表述过于重复,同时表格应具有自明性。

1. 表格的组成:(1)表序和表题:表序即表格的序号,一篇论文中如只有1个表格则表序编为表1,有两个及以上的表格,应按先后标出表的序号。序号用阿拉伯数字表示,置于表的上方。表题应准确得体、简洁精练,中间不用标点,末尾不加句号。(2)表头:对表格各行和各列单元格内容进行概括和提示的栏目,反映了表身中该栏信息的特征或属性。(3)表身:表头之外的单元格总体,是表格的主体,表身中单元格内的数值不宜带单位;表身中如果一个单元格内包含两个数据,其中一个数据应用括号,同时需要在表头或标注中说明;表身中单元格内可使用空白或一字线“—”填充,如果需要区别数据“不适用”和“无法获得”,前者可采用空白单元格,后者可采用一字线,并在正文或标注中说明这种区别。(4)表注:必要时,应将表中的符号、标记、代码,以及需要说明的事项,以最简练的文字,横排于表身下。

2. 表格制作的要求:(1)主谓清楚:表的横表头为主语,指表中所要说明的对象;纵表头为谓语,表示对主语的说明,读表的顺序为:主语→谓语→数据。特殊情况时,主、谓语可以换位,但换位后的主谓语的性质不变。作者在设计表格时,应力求科学、准确、一目了然。一个好的表格应具有语言学上的逻辑性,即主谓清楚、层次分明、标目合理。(2)数字准确:表格内的数字应准确无误,一律用阿拉伯数字,上下个位数对齐,数字中如有“±”或“~”号,则以其为中心对齐。表内不宜用“同上”“同左”“同类”词,须填入具体的数字或文字。(3)表格内的单位:表头中量和单位的标注形式应为“量的名称或符号/单位符号”;表格中涉及的单位全部相同时,宜在表的右上方统一标注。(4)表格中的统计学符号:论文中的显著性检验,只在表下注释 *P* 值是不够的,应将检验方法、计算结果及 *P* 值均列出,以便读者进一步了解实际差异的大小。

本刊编辑部