



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.016
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.016
China Journal of General Surgery, 2023, 32(6):936-942.

· 文献综述 ·

肠系膜上动脉支架植入后再狭窄诊疗的研究进展

胡松杰, 尹孝亮, 郎德海

(浙江省宁波市第二医院 血管外科, 浙江 宁波 315010)

摘要

肠系膜上动脉(SMA)出现狭窄或闭塞导致血液灌注不足,引起肠组织缺血、缺氧,最终可能导致肠黏膜损伤、肠缺血坏死。解除管腔狭窄、恢复血流是避免肠坏死的重要保障。腔内支架植入术作为一种微创治疗技术,相对于开放性血运重建,具有住院时间短,降低住院并发症及死亡风险的优势,近年来已成为治疗SMA狭窄性病变的主要治疗方式之一。因该手术方式获得了良好的近期临床治疗效果,得到指南一致推荐。随着支架在临床上广泛开展使用,SMA支架植入术后支架内再狭窄(ISR)的发生逐渐引起关注,且相关研究指出,接受支架治疗的SMA狭窄患者,相对于开放性血运重建出现ISR的概率更高。因此,SMA支架植入术后的管理显得特别重要,包括维持药物治疗以期获得支架的远期通畅性,ISR的超声及影像学检查等的早期识别和诊断,再干预治疗时机选择等。双功能超声(DUS)和SMA计算机断层扫描血管造影(CTA)检查用于ISR诊断具有较高的敏感度和特异度,目前已替代数字减影血管造影(DSA)检查成为术前诊断和筛查的首选。由于SMA缺血性病变造成的危害严重,若处理不及时可能造成肠管坏死,因此对因ISR出现相关临床症状的患者推荐尽快进行二次手术再干预治疗。手术方式可以选择二次腔内血管成形和(或)支架植入术,而针对那些易复发的病变或因解剖结构不利于进行二次腔内修复的患者,可以选择传统的外科开放手术,SMA旁路术是一种更加持久的选择,在高风险患者中以降低病死率。笔者针对SMA支架植入术后ISR的文献进行回顾,进而针对ISR的预防、诊疗策略和治疗进展进行归纳总结。

关键词

肠系膜上动脉; 缩窄, 病理性; 支架; 移植物闭塞, 血管; 综述

中图分类号: R654.3

Research advances in diagnosis and treatment of in-stent restenosis after superior mesenteric artery stent implantation

HU Songjie, YIN Xiaoliang, LANG Dehai

(Department of Vascular Surgery, Ningbo No. 2 Hospital, Ningbo, Zhejiang 315010, China)

Abstract

Intestinal ischemia and hypoxia can occur when the superior mesenteric artery (SMA) becomes narrowed or occluded, leading to insufficient blood perfusion. This condition can result in mucosal damage and ischemic necrosis of the intestinal tissue. Restoring blood flow and relieving luminal stenosis is crucial for preventing intestinal necrosis. In recent years, endovascular stent implantation has

基金项目: 浙江省卫生健康科技计划基金资助项目(2021KY299); 浙江省宁波市医学重点学科建设基金资助项目(2022-F21)。

收稿日期: 2022-09-21; **修订日期:** 2023-05-15。

作者简介: 胡松杰, 浙江省宁波市第二医院副主任医师, 主要从事主动脉及外周血管疾病方面的研究。

通信作者: 尹孝亮, Email: sundryxl@163.com

become one of the primary treatment modalities for SMA stenosis due to its minimally invasive nature compared to open surgical revascularization. It offers advantages such as shorter hospitalization, reduced risk of complications, and lower mortality rates. The procedure has demonstrated favorable short-term clinical outcomes and is consistently recommended in guidelines. However, as stent implantation has become more widely used, in-stent restenosis (ISR) has gained attention after SMA stent implantation. Studies have indicated that patients with SMA stenosis treated with stents are more likely to develop ISR than those who undergo open surgical revascularization. Therefore, managing patients after SMA stent implantation is essential, including maintaining medication therapy to achieve long-term stent patency, early identification and diagnosis of ISR through ultrasound and imaging examinations, and selecting appropriate timing for reintervention. Dual-function ultrasound (DUS) and computed tomography angiography (CTA) demonstrate high sensitivity and specificity for ISR diagnosis and have replaced digital subtraction angiography (DSA) as the preferred preoperative diagnostic and screening tools. Due to the severe consequences of SMA ischemic lesions, such as intestinal necrosis, timely intervention is crucial. Therefore, patients presenting with relevant clinical symptoms of ISR should undergo secondary surgery as soon as possible. The surgical approach can involve repeating endovascular angioplasty and/or stent implantation. For patients with recurring lesions or anatomical constraints that make repeat endovascular repair difficult, traditional open surgical procedures, such as SMA bypass surgery, can be considered a more durable option, particularly in high-risk patients. Here, the authors conduct a literature review on ISR following SMA stent implantation, aiming to summarize and consolidate the current knowledge on preventive strategies, diagnostic approaches, and treatment advancements for ISR.

Key words

Mesenteric Artery, Superior; Constriction, Pathologic; Stents; Graft Occlusion, Vascular; Review

CLC number: R654.3

随着腔内治疗技术与材料的发展,腔内治疗术已成为治疗因动脉狭窄引起的肠系膜上动脉(superior mesenteric artery, SMA)缺血性疾病的首选治疗方案,动脉支架的应用越来越普遍^[1-2]。然而,据报道^[3-4],肠系膜动脉支架植入术后支架内再狭窄(in-stent restenosis, ISR)发生率高达20%~66%。因此针对肠系膜血管成形与支架植入(mesenteric angioplasty and stenting, MAS)术后ISR研究具有重要的临床意义。先前的研究^[5-6]表明,ISR是由于内皮损伤、新内膜增生或慢性炎症引起的局灶性轻度内膜增生。MAS术后的药物治疗对维持支架的通畅性,预防ISR、再闭塞、血栓形成具有决定性作用,目前药物主要为抗凝血药和抗血小板药。临床上单纯使用抗血小板药,抗凝血药联合抗血小板药,抗凝血药序贯抗血小板药等均有报道^[6-9]。但就具体的用药原则和用药时间窗尚未形成统一共识。对ISR的预防、早期识别和合理的再干预治疗将使患者获益。本综述汇总近年关于MAS植入术后ISR研究进展,并主要围绕支架

在SMA缺血中的应用和预后来展开,重点介绍MAS植入后ISR的诊断和治疗的临床研究进展,为指导MAS后的细致化管理和ISR研究提供科学思路。

1 SMA缺血概述

SMA发自腹腔干下方约1.5 cm处腹主动脉前壁,约平腰1椎体水平,在胰腺钩突附近发出的胰十二指肠下动脉经肠系膜上静脉背侧向右上走行并分为前、后两支,分别与胰十二指肠上前动脉和上后动脉吻合形成动脉弓^[10],SMA是营养肠管的主要血管通路,SMA营养的脏器有胰、十二指肠以下至横结肠中段的肠管,若SMA出现狭窄或闭塞导致血液灌注不足,引起肠组织缺血、缺氧,最终导致肠黏膜损伤、肠缺血坏死可能,造成严重的后果。根据疾病进展快慢与病情严重程度,SMA缺血可分为急性SMA缺血和慢性SMA缺血。SMA缺血总体发病率不高,约占全部急诊患者中

的0.09%~0.2%^[11]。SMA缺血主要包括SMA栓塞、夹层、狭窄及动脉血栓形成^[12]。该类疾病起病隐匿，早期症状不典型，诊断困难，对于治疗时机及方案的选择较难把握，延误治疗将导致严重的后果。随着计算机断层扫描血管造影（computed tomographic angiography, CTA）的发展和普遍使用，疾病的检出率明显提高，有越来越多的病例报告和回顾性研究^[13-14]报道，这表明以前因检查手段的缺乏和诊疗经验上的不足可能低估了该病的发病率。基于该病可能造成严重的不良后果，应当积极干预治疗。

2 支架在SMA缺血中的应用结果良好

目前，对于SMA缺血的治疗方案多样，主要包括保守治疗、血管内成形支架植入术和开放式手术修复^[15-16]。基于不同的疾病类型，疾病的进展速度、治疗方式与预后不全相同。血运重建仍然是治疗有症状的SMA狭窄的基石。目前MAS已超过开放血运重建术成为肠系膜狭窄性病变的首选治疗方法^[7]。MAS相对于开放性血运重建，具有住院时间短，降低住院并发症及死亡风险的优势^[17-19]。但相关研究^[20]也指出，接受支架治疗的SMA缺血患者，相对于开放性血运重建出现ISR的概率更高。Peck等^[4]报道，MAS后ISR率高达64.9%，相应的需要再次干预率为28.6%。同样，Tallarita等^[21]报告的ISR率和再干预率分别为39%和21%。为降低高ISR率和减少再次介入治疗的需要，一些血管外科医生提倡在肠系膜闭塞性疾病的首次手术中使用覆膜支架，这可能是基于覆膜支架用于其他血管修复治疗中的良好临床结果。为此，Oderich等^[22]研究了覆膜支架与金属裸支架在慢性SMA缺血治疗中的性能对比，发现覆膜支架具有更好的初次通畅率，具有更低的ISR发生率、复发症状和再干预率。Zhou等^[7]报道的91例腹腔及肠系膜动脉ISR的研究结果，与放置裸金属支架的患者相比，在初次手术时接受覆膜支架治疗的患者因ISR而接受再介入治疗的可能性明显降低（11% vs. 34%， $P<0.02$ ）。同样，在一项纳入225例患者的研究^[22]中，164例患者接受了裸金属支架植入，61例患者接受了覆膜支架植入，在36个月时覆膜支架组的主要通畅率为92%，而裸金属支架的通畅率为52%（ $P<0.003$ ），同时覆膜支架的性能

也优于裸金属支架，免于ISR（92% vs. 53%， $P<0.003$ ）和免于再介入治疗（91% vs. 56%， $P<0.005$ ）。但Barnes等^[23]报道的89例肠系膜支架植入患者，截至中位生存期6.1年，对比了覆膜支架和裸金属支架的通畅率无明显差异（ $OR=0.45$ ，95% $CI=0.15\sim 1.33$ ， $P=0.1383$ ）。由于覆膜支架可能造成重要侧支血管的覆盖，本中心仍然主张将金属裸支架作为首选，覆膜支架应当慎重选择。

3 支架植入后出现ISR的问题

支架植入可有效解决SMA狭窄，但SMA支架植入后不可避免地面临着同外周动脉支架植入后同样的问题，ISR仍然是不可规避的治疗难题。先前的研究^[5-6]表明，ISR是由于内皮损伤、新内膜增生或慢性炎症引起的局灶性轻度内膜增生。相关研究^[24-25]指出，接受支架治疗的SMA缺血患者，相对于开放性血运重建出现ISR的概率更高。可能基于超声及CT诊断标准不统一，肠系膜血管ISR的发生率差异很大，在先前的报告中为20%~66%^[3-4]。Jia等^[26]报道了38例接受支架治疗的SMA患者，其中13例（34.2%）出现ISR，且ISR病例均发生在支架的起始段或远端，提示可能与内皮损伤、新生内膜增生或慢性炎症有关。同时Hang等^[27]报道123例SMA支架植入的患者，平均随访（ 26.7 ± 17.3 ）个月，44.4%的患者出现支架边缘的再狭窄，同时发现支架与血管直径比和远侧边缘成角是SMA支架植入术患者发生远侧边缘狭窄的独立危险因素。Hohenwarter等^[28]报道高达40%的患者可能发生ISR，需要再次干预ISR是影响远期疗效的主要因素，同时对于出现症状的患者推荐进行再干预治疗。

4 ISR的超声及CTA等影像学诊断

双功能超声（duplex sonography, DUS）是评估内脏动脉狭窄的有效筛查工具。30多年前，Jager等^[29]首次将DUS用于帮助诊断肠系膜动脉栓塞，现在常规使用DUS来评估肠系膜血管是否狭窄，可通过峰值收缩速度（peak systolic velocity, PSV）的增加来反映。2020年血管外科临床学会实践指南^[30]建议支架术后监测使用DUS。早期已经建立并验证了诊断SMA狭窄的标准，将PSV为275 cm/s，

对应于70%的管腔狭窄^[31-32]。鉴于支架植入后患者的高复发率,明确定义的DUS监测标准将有助于指导避免不必要的再次干预。Schoch等^[33]指出大于83%的腹腔动脉(celiac artery, CA)和SMA支架患者符合PSV诊断70%狭窄标准,但大约53%患者并不需要干预治疗。基于在颈动脉及肾动脉中的相关研究^[34-35]结果,需要增加流速标准来准确预测颈动脉及肾动脉的再狭窄。现有的血管DUS标准已被证明不能很好地预测肠系膜支架内疾病的复发,越来越多的研究^[34,36]提出当前的肠系膜DUS标准可能高估了ISR的程度。Green等^[37]通过109例患者的超声与CTA的对比研究提出将PSV>400 cm/s作为大于70%狭窄的阈值。Soult等^[38]通过对66例肠系膜研究提出将PSV>445 cm/s作为大于70%狭窄的阈值。虽然通过多普勒波形分析提供了对肠系膜血流进行生理评估的优势,由于DUS更多依赖于操作者,在肥胖或非禁食且肠腔内气体过多的患者中可能会变得更加困难^[39]。在这些情况下需要采用额外的成像技术来评估肠系膜支架的狭窄程度。CTA的进步提供了优于基于导管的数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)的优势:它是非侵入性的,并且能够通过3D重建和图像后处理的中心线测量获得多平面图像^[40]。使用CTA对肠系膜动脉狭窄程度进行分级,与DSA、DUS和磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)相比,CTA已被证明是高度准确的^[41]。CTA对急性和慢性肠系膜缺血的诊断具有96%的敏感度和94%的特异度,并在2018年美国放射学协会(American College of Radiology, ACR)适当性标准^[40]中取代了DSA检查。当然增强CT所造成的支架伪影给诊断带来一定的困难,对细微变化需要仔细观察、细致甄别。DSA作为诊断的“金标准”,在造影明确诊断的同时可进行介入治疗。DSA具有一定的创伤性,目前一般不作为筛查、鉴别诊断的首选。

5 ISR的再干预治疗

关于内脏血管ISR治疗的数据有限,当前还没有关于处理肠系膜血管ISR的相关指南。由于临床上缺少可供参考的指导性文献,方案的选择主要取决于病变的特征、合并症及临床医生的个人处置经验作出的决策。对于无症状ISR患者目前多不

建议进行预防性再干预治疗,理由是基于两项临床研究^[42-43]结果,结果中指出无症状患者疾病进展风险极低。但据Thomas等^[43]报道15例无症状患者在保守过程中有4例患者出现病情进展,对该类患者保留进行再干预治疗意见。已有多种方案用于ISR的治疗,目前的证据^[7]表明,SMA支架内再狭窄(mesenteric artery in-stent restenosis, MAISR)的重新干预被证明是安全有效的,并发症与死亡发生率极低。Tallarita等^[21]对1998—2010年单中心接受MAISR治疗的患者进行了回顾性分析,在接受MAS治疗的157例患者中,57例患者(39%)在随访期间被诊断为ISR,其中30例患者(21%)接受了MAISR治疗;在接受治疗的患者中,15例患者(50%)发生了第二次ISR,7例(23%)需要再次干预治疗;病死率低至3%,但27%的患者因再次干预而出现并发症。使用经皮普通球囊、药物涂层球囊(drug-coated balloons, DCB)、切割球囊扩张成形术(drug-eluting stent, DES)、再次支架植入术、肠系膜动脉旁路术等均可用于血管ISR的治疗^[23,44]。在肾脏领域,有学者^[45]进行了相关血管成形术和支架植入的前瞻性研究,比较发现结果没有差异。同时有研究^[46]指出放置第2个支架可能是有害的,因为过度拉伸动脉壁,这可能进一步刺激新内膜增生发展。Jia等^[26]报道的32例SMA支架植入后ISR病例均发生在支架的起始段或远端,提示可能与内皮损伤、新生内膜增生或慢性炎症有关;而DCB、DES可通过阻断细胞增殖、减少内膜增生治疗动脉血管性疾病,并且在治疗冠脉及外周动脉ISR的应用中取得了很好的效果^[47],提示在预防动脉ISR方面具有优势,但目前在肠系膜尚无相关研究报道的使用证据。

6 支架植入后的药物治疗

药物治疗始终贯穿于SMA狭窄性病变的全过程,作为MAS术后维持支架通畅性、预防血栓形成的主要治疗^[48-49]。目前的药物治疗主要有抗血小板药和抗凝血药。抗血小板治疗在动脉硬化闭塞性病变中的应用已得到验证,但对于血栓的预防抗凝治疗更具优势。上述联合用药方案在加强抗血栓作用的同时,也增加了出血的风险。目前关于MAS术后药物治疗相关报道甚少,并且缺少临床研究结果的具体数据供参考。2017年欧洲血管

外科协会推荐肠系膜腔内治疗术后接受3~12个月的“双联”抗血小板治疗^[44]。van Dijk等^[50]开展的一项关于金属裸支架与覆膜支架治疗慢性肠系膜缺血对比的前瞻性随机对照研究设计中将支架植入术后接受12个月的“双联”抗血小板治疗，后改为终身阿司匹林治疗。Zhou等^[7]对MAS术后患者常规予以“双联”抗血小板治疗，对于原先正在接受抗凝剂的患者，选择加用单一抗血小板治疗。关于药物的选择，目前仍是基于临床医生的个人处置经验用药，缺乏基于加强抗栓的同时确保用药安全性的相关前瞻性随机对照研究。

7 总结和展望

腔内支架植入术是治疗SMA狭窄性病变的主要手段之一，创伤小，获得良好的临床治疗结果。然而ISR仍然是不可规避的治疗难题，早发现、早干预往往可以避免不良的结局，超声和CTA等影像学检查有助于疾病的早期诊断，具有很高的敏感度和特异度。对于因ISR出现相关临床症状的患者推荐尽快进行二次手术再干预治疗，手术方式应根据具体病变选择二次腔内治疗或外科开放手术。支架植入后的抗血小板药物治疗有助于维持支架通畅性，在确保用药安全的同时应当加强抗栓治疗，然而目前临床上缺乏相关的随机对照研究的循证数据支持，因此，临床上仍需进一步加强药物对照研究，以期为临床安全合理用药提供指导性意见。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明：胡松杰负责文章思路的构建和执笔论文撰写；尹孝亮负责论文修改；郎德海提供经费支持。

参考文献

- [1] Beaulieu RJ, Arnaoutakis KD, Abularrage CJ, et al. Comparison of open and endovascular treatment of acute mesenteric ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(1):159-164. doi: 10.1016/j.jvs.2013.06.084.
- [2] Goldman MP, Reeve TE, Craven TE, et al. Endovascular treatment of chronic mesenteric ischemia in the setting of occlusive superior mesenteric artery lesions[J]. *Ann Vasc Surg*, 2017, 38:29-35. doi: 10.1016/j.avsg.2016.08.009.
- [3] Fioule B, van de Rest HJ, Meijer JR, et al. Percutaneous transluminal angioplasty and stenting as first-choice treatment in patients with chronic mesenteric ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2010, 51(2):386-391. doi: 10.1016/j.jvs.2009.08.055.
- [4] Peck MA, Conrad MF, Kwolek CJ, et al. Intermediate-term outcomes of endovascular treatment for symptomatic chronic mesenteric ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2010, 51(1):140-147. doi: 10.1016/j.jvs.2009.06.064.
- [5] Brancati MF, Burzotta F, Trani C, et al. Coronary stents and vascular response to implantation: literature review[J]. *Pragmat Obs Res*, 2017, 8:137-148. doi: 10.2147/POR.S132439.
- [6] Scott RA, Panitch A. Macromolecular approaches to prevent thrombosis and intimal hyperplasia following percutaneous coronary intervention[J]. *Biomacromolecules*, 2014, 15(8):2825-2832. doi: 10.1021/bm5007757.
- [7] Zhou Y, Ryer EJ, Garvin RP, et al. Outcomes of endovascular treatments for in-stent restenosis in patients with mesenteric atherosclerotic disease[J]. *J Vasc Surg*, 2019, 69(3):833-842. doi: 10.1016/j.jvs.2018.08.166.
- [8] Morgan CE, Mansukhani NA, Eskandari MK, et al. Ten-year review of isolated spontaneous mesenteric arterial dissections[J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67(4):1134-1142. doi: 10.1016/j.jvs.2017.08.071.
- [9] Min SI, Yoon KC, Min SK, et al. Current strategy for the treatment of symptomatic spontaneous isolated dissection of superior mesenteric artery[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 54(2):461-466. doi: 10.1016/j.jvs.2011.03.001.
- [10] 李斌, 王凤伟, 邱智泉, 等. 352例胆道疾病病人腹腔干-肠系膜上动脉系统影像解剖学研究及其临床意义[J]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(2):179-186. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.02.11.
- [10] Li B, Wang FW, Qiu ZQ, et al. Imaging anatomy of celiac trunk-superior mesenteric artery system in 352 patients with biliary tract diseases and its clinical significance[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2022, 42(2):179-186. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.02.11.
- [11] Duran M, Pohl E, Grabitz K, et al. The importance of open emergency surgery in the treatment of acute mesenteric ischemia[J]. *World J Emerg Surg*, 2015, 10:45. doi: 10.1186/s13017-015-0041-6.
- [12] Gnanapandithan K, Feuerstadt P. Review article: mesenteric ischemia[J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2020, 22(4):17. doi: 10.1007/s11894-020-0754-x.
- [13] Wirtzfeld N, Assira A, Van Houte B, et al. Endovascular management of chronic mesenteric ischemia: retrospective single-centre study[J]. *Rev Med Liege*, 2022, 77(2):98-103.
- [14] Ben Hammamia M, Ben Mrad M, Hadhri S, et al. Endovascular

- treatment of chronic mesenteric ischemia[J]. *J Med Vasc*, 2019, 44(5):318-323. doi: [10.1016/j.jdmv.2019.06.001](https://doi.org/10.1016/j.jdmv.2019.06.001).
- [15] Anandan AS, Silva M. Chronic mesenteric ischemia: diagnosis & management[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2022, 80: 104138. doi: [10.1016/j.amsu.2022.104138](https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104138).
- [16] Molyneux K, Beck-Esmay J, Koyfman A, et al. High risk and low prevalence diseases: Mesenteric ischemia[J]. *Am J Emerg Med*, 2023, 65:154-161. doi: [10.1016/j.ajem.2023.01.001](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.01.001).
- [17] Kvietyas PR. The Gastrointestinal Circulation[M]. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences, 2010. doi: [10.4199/C00009ED1V01Y201002ISP005](https://doi.org/10.4199/C00009ED1V01Y201002ISP005).
- [18] Sana A, Vergouwe Y, van Noord D, et al. Radiological imaging and gastrointestinal tonometry add value in diagnosis of chronic gastrointestinal ischemia[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2011, 9(3): 234-241. doi: [10.1016/j.cgh.2010.11.006](https://doi.org/10.1016/j.cgh.2010.11.006).
- [19] Kaufman DP, Sanvictores T, Costanza M. Weibel Palade Bodies[M]. In: StatPearls [Internet], 2022. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
- [20] Clair DG, Beach JM. Mesenteric ischemia[J]. *N Engl J Med*, 2016, 374(10):959-968. doi: [10.1056/NEJMra1503884](https://doi.org/10.1056/NEJMra1503884).
- [21] Tallarita T, Oderich GS, Macedo TA, et al. Reinterventions for stent restenosis in patients treated for atherosclerotic mesenteric artery disease[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 54(5): 1422-1429. doi: [10.1016/j.jvs.2011.06.002](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.06.002).
- [22] Oderich GS, Erdoes LS, Lesar C, et al. Comparison of covered stents versus bare metal stents for treatment of chronic atherosclerotic mesenteric arterial disease[J]. *J Vasc Surg*, 2013, 58(5):1316-1323. doi: [10.1016/j.jvs.2013.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.05.013).
- [23] Barnes JA, Columbo JA, Ponukumati AS, et al. Long-term outcomes of mesenteric stenting and analysis of In-stent restenosis duplex velocity criteria[J]. *Ann Vasc Surg*, 2020, 68:226-233. doi: [10.1016/j.avsg.2020.04.064](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.04.064).
- [24] Atkins MD, Kwolek CJ, LaMuraglia GM, et al. Surgical revascularization versus endovascular therapy for chronic mesenteric ischemia: a comparative experience[J]. *J Vasc Surg*, 2007, 45(6):1162-1171. doi: [10.1016/j.jvs.2007.01.067](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.01.067).
- [25] Kougiass P, Huynh TT, Lin PH. Clinical outcomes of mesenteric artery stenting versus surgical revascularization in chronic mesenteric ischemia[J]. *Int Angiol*, 2009, 28(2):132-137.
- [26] Jia ZZ, Su HB, Chen WH, et al. Endovascular treatment of patients with isolated mesenteric artery dissection aneurysm: bare stents alone versus stent assisted coiling[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 57(3):400-406. doi: [10.1016/j.ejvs.2018.08.057](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.08.057).
- [27] Hang C, Chen WH, Su HB, et al. Distal edge Stenosis after stent placement for isolated superior mesenteric artery dissection: mechanisms and risk factor analysis[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42(8): 1095-1101. doi: [10.1007/s00270-019-02244-3](https://doi.org/10.1007/s00270-019-02244-3).
- [28] Hohenwalter E. Chronic mesenteric ischemia: diagnosis and treatment[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2009, 26(4): 345-351. doi: [10.1055/s-0029-1242198](https://doi.org/10.1055/s-0029-1242198).
- [29] Jäger KA, Fortner GS, Thiele BL, et al. Noninvasive diagnosis of intestinal angina[J]. *J Clin Ultrasound*, 1984, 12(9):588-591. doi: [10.1002/jcu.1870120913](https://doi.org/10.1002/jcu.1870120913).
- [30] Thomas S, Huber, Md P, et al. Chronic mesenteric ischemia: clinical practice guidelines from the Society for Vascular Surgery[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 73(1): 87S-115S. doi: [10.1016/j.jvs.2020.10.029](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.10.029).
- [31] Moneta GL, Yeager RA, Dalman R, et al. Duplex ultrasound criteria for diagnosis of splanchnic artery stenosis or occlusion[J]. *J Vasc Surg*, 1991, 14(4):511-518.
- [32] Zwolak RM, Fillinger MF, Walsh DB, et al. Mesenteric and celiac duplex scanning: a validation study[J]. *J Vasc Surg*, 1998, 27(6): 1078-1087. doi: [10.1016/s0741-5214\(98\)60010-0](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(98)60010-0).
- [33] Schoch DM, LeSar CJ, Joels CS, et al. Management of chronic mesenteric vascular insufficiency: an endovascular approach[J]. *J Am Coll Surg*, 2011, 212(4): 668-675. doi: [10.1016/j.jamcollsurg.2010.12.043](https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.12.043).
- [34] AbuRahma AF, Abu-Halimah S, Bensenhaver J, et al. Optimal carotid duplex velocity criteria for defining the severity of carotid in-stent restenosis[J]. *J Vasc Surg*, 2008, 48(3): 589-594. doi: [10.1016/j.jvs.2008.04.004](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.04.004).
- [35] Chi YW, White CJ, Thornton S, et al. Ultrasound velocity criteria for renal in-stent restenosis[J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(1):119-123. doi: [10.1016/j.jvs.2008.12.066](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.12.066).
- [36] Mitchell EL, Chang EY, Landry GJ, et al. Duplex criteria for native superior mesenteric artery stenosis overestimate stenosis in stented superior mesenteric arteries[J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(2):335-340. doi: [10.1016/j.jvs.2008.12.071](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.12.071).
- [37] Green J, Ryer E, Borden N, et al. Defining duplex ultrasound criteria for In-stent restenosis of the superior mesenteric artery[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 74: 294-300. doi: [10.1016/j.avsg.2020.12.023](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.12.023).
- [38] Soult MC, Wuamett JC, Ahanchi SS, et al. Duplex ultrasound criteria for in-stent restenosis of mesenteric arteries[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 64(5):1366-1372. doi: [10.1016/j.jvs.2016.06.103](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.06.103).
- [39] Olson MC, Fletcher JG, Nagpal P, et al. Mesenteric ischemia: what the radiologist needs to know[J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2019, 9(S1):S74-87. doi: [10.21037/cdt.2018.09.06](https://doi.org/10.21037/cdt.2018.09.06).
- [40] Ginsburg M, Obara P, Lambert DL, et al. ACR Appropriateness Criteria® imaging of mesenteric ischemia[J]. *J Am Coll Radiol*, 2018, 15(11S):S332-340. doi: [10.1016/j.jacr.2018.09.018](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.09.018).

- [41] Schaefer P, Pfarr J, Trentmann J, et al. Comparison of noninvasive imaging modalities for stenosis grading in mesenteric arteries[J]. *Rofo*, 2013, 185(7):628-634. doi: 10.1055/s-0033-1335212.
- [42] Wilson DB, Mostafavi K, Craven TE, et al. Clinical course of mesenteric artery stenosis in elderly Americans[J]. *Arch Intern Med*, 2006, 166(19):2095-2100. doi: 10.1001/archinte.166.19.2095.
- [43] Thomas JH, Blake K, Pierce GE, et al. The clinical course of asymptomatic mesenteric arterial stenosis[J]. *J Vasc Surg*, 1998, 27(5):840-844. doi: 10.1016/s0741-5214(98)70263-0.
- [44] Björck M, Koelemay M, Acosta S, et al. Editor's choice - management of the diseases of mesenteric arteries and veins: clinical practice guidelines of the European society of vascular surgery (ESVS)[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(4):460-510. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.01.010.
- [45] Zeller T, Rastan A, Schwarzwälder U, et al. Treatment of in-stent restenosis following stent-supported renal artery angioplasty[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2007, 70(3):454-459. doi: 10.1002/ccd.21220.
- [46] Di Mario C, Marsico F, Adamian M, et al. New recipes for in-stent restenosis: cut, grate, roast, or sandwich the neointima?[J]. *Heart*, 2000, 84(5):471-475. doi: 10.1136/heart.84.5.471.
- [47] Mallios A, Blebea J, Buster B, et al. Laser atherectomy for the treatment of peripheral arterial disease[J]. *Ann Vasc Surg*, 2017, 44:269-276. doi: 10.1016/j.avsg.2017.04.013.
- [48] Kozuch PL, Brandt LJ. Review article: diagnosis and management of mesenteric ischaemia with an emphasis on pharmacotherapy[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2005, 21(3):201-215. doi: 10.1111/j.1365-2036.2005.02269.x.
- [49] Sutphin D, Stevens S, Kirzeder D, et al. Acute thrombosis of a mesenteric artery drug-eluting stent following clopidogrel cessation[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2007, 41(6):564-567. doi: 10.1177/1538574407306242.
- [50] van Dijk LJD, Harki J, van Noord D, et al. Covered stents versus Bare-metal stents in chronic atherosclerotic Gastrointestinal Ischemia (CoBaGI): study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2019, 20(1):519. doi: 10.1186/s13063-019-3609-8.

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式: 胡松杰, 尹孝亮, 郎德海. 肠系膜上动脉支架植入后再狭窄诊疗的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(6):936-942. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.016

Cite this article as: Hu SJ, Yin XL, Lang DH. Research advances in diagnosis and treatment of in-stent restenosis after superior mesenteric artery stent implantation[J]. *Chin J Gen Surg*, 2023, 32(6):936-942. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.016

本刊2023年各期重点内容安排

本刊2023年各期重点内容安排如下, 欢迎赐稿。

- | | | | |
|-----|---------------|------|------------------|
| 第1期 | 肝癌基础与临床转化研究 | 第7期 | 肝脏外科疾病临床与基础研究 |
| 第2期 | 胆道肿瘤基础与临床研究 | 第8期 | 胆道外科疾病临床与基础研究 |
| 第3期 | 胰腺癌早期诊断与综合治疗 | 第9期 | 胰腺外科临床与基础研究 |
| 第4期 | 胃肠肿瘤基础与临床研究 | 第10期 | 胃肠外科临床与基础研究 |
| 第5期 | 甲状腺肿瘤的诊断与综合治疗 | 第11期 | 甲状腺乳腺外科疾病临床与基础研究 |
| 第6期 | 血管疾病手术与腔内治疗 | 第12期 | 血管外科疾病临床与基础研究 |

中国普通外科杂志编辑部