



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013
China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):2051-2057.

· 观点与争鸣 ·

腹主动脉瘤腔内修复术中栓塞肠系膜下动脉和腰动脉预防II型内漏的临床意义及研究进展

谭程鹏¹, 容丹², 刘浩³, 张子涵¹, 何健¹, 姜鹏¹, 崔永攀¹, 梅菲¹

[1. 三峡大学第一临床医学院 (湖北省宜昌市中心人民医院) 血管外科, 湖北 宜昌 443003; 2. 中国人民解放军总医院血管外科, 北京 100141; 3. 复旦大学附属中山医院 血管外科, 上海 200032]

摘要

腹主动脉瘤 (AAA) 是一类具有较高致死率的扩张性主动脉疾病, 动脉瘤腔内修复术 (EVAR) 是治疗该病的有效手段, 但内漏可在术中或数年后发生, 因此必须进行终身监测。II型内漏 (T2EL) 是EVAR的主要并发症, 主要源于肠系膜下动脉 (IMA)、腰动脉 (LA) 等侧支血管的反流血持续灌注动脉瘤囊。T2EL的发生与患者的解剖因素 (如侧支血管的直径、数量和通畅情况)、手术相关因素 (如支架移植物与动脉壁的贴合程度) 以及高血压等密切相关。持续的T2EL可能导致动脉瘤囊增大、破裂风险增加, 影响患者的预后。近年来, 预防性栓塞IMA和LA在降低T2EL发生率、瘤囊增大率和再干预率等方面展现出一定优势, 对改善患者的治疗效果和生活质量有积极作用。笔者检索了2002年1月—2024年7月间发表的有关EVAR术后内漏的流行病学、EVAR术中栓塞IMA和LA预防T2EL的相关文献, 对当前的研究进行了总结, 探讨T2EL高风险患者预防性栓塞IMA、LA的临床价值。

关键词

主动脉瘤, 腹; 血管内操作; 内漏; 栓塞, 治疗性

中图分类号: R654.3

Embolization of the inferior mesenteric artery and lumbar arteries during endovascular aortic repair for the prevention of type II endoleak: clinical significance and research progress

TAN Chengpeng¹, RONG Dan², LIU Hao³, ZHANG Zihan¹, HE Jian¹, JIANG Peng¹, CUI Yongpan¹, MEI Fei¹

[1. Department of Vascular Surgery, the First College of Clinical Medical Science of China Three Gorges University (Yichang Central People's Hospital), Yichang, Hubei 443003, China; 2. Department of Vascular Surgery, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100141, China; 3. Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China]

Abstract

Abdominal aortic aneurysm (AAA) is a type of aneurysmal aortic disease with a high mortality rate. Endovascular aneurysm repair (EVAR) is an effective treatment for this condition, but endoleaks can

基金项目: 湖北省科技厅中央引导地方科技发展专项基金资助项目 (2022BGE237)。

收稿日期: 2024-11-25; 修订日期: 2024-12-20。

作者简介: 谭程鹏, 三峡大学第一临床医学院 (湖北省宜昌市中心人民医院) 住院医师, 主要从事血管外科疾病基础及临床方面的研究。

通信作者: 梅菲, Email: meifeimeifei1986@126.com

编者注: 本文为2024年9月12日—14日在中国成都举行的第九届中国血管大会 (CVC) 辩论赛“EVAR手术中是否预防性栓塞肠系膜下动脉和腰动脉”这一辩题的正方观点, 文中阐述内容仅代表此次辩论赛中的观点。

occur intraoperatively or years after the procedure, necessitating lifelong monitoring. Type II endoleak (T2EL) is a major complication of EVAR, primarily caused by persistent retrograde perfusion of the aneurysm sac from collateral vessels such as the inferior mesenteric artery (IMA) and lumbar arteries (LA). The occurrence of T2EL is closely related to patient anatomical factors (e.g., the diameter, number, and patency of collateral vessels), surgical factors (e.g., the degree of stent graft adherence to the arterial wall), and systemic factors such as hypertension. Persistent T2EL may lead to aneurysm sac enlargement and increased risk of rupture, thereby adversely affecting patient prognosis. In recent years, prophylactic embolization of the IMA and LA has shown certain advantages in reducing the incidence of T2EL, aneurysm sac enlargement, and reintervention rates, contributing positively to improving treatment outcomes and quality of life of the patients. Here, the authors reviewed literature published between January 2002 and July 2024 on the epidemiology of endoleaks following EVAR and the use of IMA and LA embolization during EVAR to prevent T2EL. The current research was summarized to discuss the clinical value of prophylactic IMA and LA embolization in patients at high risk of T2EL.

Key words

Aortic Aneurysm, Abdominal; Endovascular Procedures; Endoleak; Embolization, Therapeutic

CLC number: R654.3

腹主动脉瘤 (abdominal aortic aneurysm, AAA) 是指腹主动脉局部永久性的扩张, 被定义为腹主动脉直径超过正常直径的 50% 或 ≥ 3 cm。AAA 发病隐匿, 破裂前一般无明显症状, 易被忽视, 一旦破裂病死率高达 90%, 是一种严重危及患者生命的疾病^[1]。动脉瘤腔内修复术 (endovascular aortic repair, EVAR) 是 AAA 的一线治疗方案, 尽管这种手术具有创伤小、术后恢复快以及病死率较低等优点, 但其主要的手术相关并发症—内漏不可忽视, 因此需要终身随访和监测^[2]。内漏可分为五型: Ia 型, 支架移植物近端与动脉壁贴壁不充分; Ib 型, 支架移植物远端与动脉壁贴壁不充分; II 型: 来自侧支动脉的持续血流逆行充盈 AAA 囊; III 型: 支架完整性丧失或支架组件之间的连接不完整; IV 型: 支架存在孔隙; V 型: 动脉瘤囊持续生长, 无可见内漏^[1,3-6]。

II 型内漏 (type II endoleak, T2EL) 是 EVAR 术后最常见的内漏类型, 发病率高达 20%~30%, 由主动脉侧支血流逆行充盈 AAA 囊所致, 如肠系膜下动脉 (inferior mesenteric artery, IMA)、腰动脉 (lumbar artery, LA)、副肾动脉和骶骨正中动脉, T2EL 可导致动脉瘤囊持续增大、破裂等不良后果^[7-10]。《欧洲血管外科学会 (ESVS) 2024 年腹主动脉—髂动脉动脉瘤管理临床实践指南》^[1]指出, 与持续性或复发性 T2EL 相关的因素包括瘤腔内有无环形血栓、IMA 通畅伴直径 ≥ 3 mm、LA 通畅伴直

径 ≥ 2 mm 或通畅 LA 的数量 >3 以及高血压等^[11-14]。一项研究^[15]根据 EVAR 术前 IMA 通畅与否将患者分为通畅组和闭塞组, 回顾性分析两组患者的晚期结果, 包括动脉瘤囊扩大、再干预和病死率, 出院时 IMA 通畅组 T2EL 的发生率为 50%, 闭塞组为 19%, 差异具有统计学意义。IMA 通畅组 T2EL 的动脉瘤囊增大率、再干预率显著高于 IMA 闭塞组。两组之间的 AAA 相关死亡和全因病死率无显著差异。Jones 等^[16]表明, 持续性 T2EL 与不良后果的发生率增加相关, 包括动脉瘤囊增大、破裂等。多变量分析表明, 持续性 T2EL 是动脉瘤破裂的重要预测因素 ($RR=3.9$, $95\% CI=1.7-8.8$, $P=0.03$)。Sidloff 等^[17]也表明, 8%~30% 的病例在 EVAR 术后发生 T2EL, 10%~15% 在 6 个月后持续存在, 患者由于存在持续性内漏和瘤囊进行性增大而需要二次干预。

术前充分评估和预防性栓塞 IMA 可能是改善 EVAR 晚期结局的重要因素。对于 T2EL 的处理, 临床上存在争议。《ESVS2024 年腹主动脉—髂动脉动脉瘤管理临床实践指南》^[1]不推荐常规行 IMA、LA 栓塞预防 T2EL 的发生。但越来越多的研究^[18-21]提出, 对于 T2EL 高风险患者, 进行预防性栓塞是有必要的, 可能会显著降低 T2EL 的发生率和再干预率。笔者检索了 2002 年 1 月—2024 年 7 月间发表的有关 EVAR 术后内漏的流行病学、EVAR 术中栓塞 IMA 和 LA 预防 T2EL 的相关文献, 对当前的研究

进展进行总结,探讨针对T2EL高风险患者进行预防性栓塞IMA、LA的临床意义,为临床决策提供理论依据。

1 选择性预栓塞可降低T2EL发生率

Axelrod等^[22]较早提出在EVAR术中用亚选择性微线圈栓塞IMA是降低T2EL发生率的安全有效的方法。近年来,越来越多的研究^[18-19,23]表明,选择性预栓塞IMA和/或LA可降低T2EL发生率。日本的一项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)^[24]中,106例存在T2EL高风险(通畅的IMA且直径 ≥ 3 mm, LA直径 ≥ 2 mm)的患者被随机分为两组,IMA预栓塞组和IMA非预栓塞组,各53例,平均随访22个月。预栓塞组的T2EL发生率显著更低(24.5% vs. 49.1%, $P=0.009$),绝对风险降低了24.5%,需治疗人数(number needed to treat, NNT)为4.1。另一项RCT研究^[18]纳入了106例T2EL高风险患者,随机分为IMA预栓塞组和IMA非预栓塞组,在5年随访中,IMA预栓塞组和非预栓塞组的T2EL发生率分别为28.3%和54.7% ($P=0.006$)。一项基于16项研究的Meta分析^[25]发现,中位随访期21.3个月后,结果显示IMA预栓塞组T2EL的发生率为19.7% (145/735),对照组为37.4% (456/1 220) ($OR=0.38$, 95% $CI=0.30\sim 0.47$, $I^2=53\%$)。另一项纳入了12项研究,包括一项RCT和11项回顾性研究的Meta分析^[26],共纳入1 812例患者,IMA预栓塞组和非预栓塞组T2EL的总体发生率分别为17.3%和24.5%,持续性T2EL的发生率分别为15.3%和30.0%,差异均有统计学意义^[26-28]。一项回顾性研究^[29]表明,主动脉侧支栓塞患者的T2EL发生率明显低于未栓塞的患者(4.2% vs. 58.9%, $P<0.000 1$)。上述研究均认为针对T2EL高风险患者进行IMA和/或LA预防性栓塞可降低T2EL的发生率。

2 选择性预栓塞可降低瘤囊增大风险

Samura等^[24]表明,预栓塞组的瘤囊缩小程度明显更高(5.7 mm vs. 2.8 mm),且与T2EL相关的动脉瘤囊增大发生率也显著更低(3.8% vs. 17.0%)。此外,有研究^[18]发现预栓塞组无T2EL相关囊腔扩大 ≥ 5 mm和囊腔缩小 ≥ 5 mm的5年累积发生率均显著高于非预栓塞组(95.5% vs. 73.6%, $P=0.021$),

进一步证实了Samura等的结论。一项回顾性分析^[23]表明,接受EVAR术的患者在随访2年后,非预栓塞组的瘤囊直径增大显著高于IMA预栓塞组(27.9% vs. 4.3%, $P=0.025$)。一项Meta分析^[25]发现,在中位随访期21.9个月后,栓塞组瘤囊增大发生率为4.3% (32/747),而对照组瘤囊增大发生率为6.8% (1 061/15 493) ($OR=0.38$, 95% $CI=0.26\sim 0.55$, $I^2=64\%$)。一项倾向性评分分析^[30]表明,与对照组相比,术前侧支血管弹簧圈栓塞联合术后氨甲环酸治疗在EVAR后6个月时,AAA囊收缩明显增加(-8.5% vs. -3.6%, $P=0.001 1$),并且囊收缩明显加快(每年大小变化:-4.2 mm/年 vs. -1.9 mm/年, $P=0.030 1$)。上述研究均表明针对T2EL高风险患者进行IMA和(或)LA预防性栓塞可降低瘤囊增大的风险。

3 选择性预栓塞可降低T2EL再干预率

Chew等^[31]发现,与IMA通畅的患者相比,IMA出现功能性闭塞的患者EVAR术后因T2EL进行再干预的人数显著降低(2.6% vs. 7.1%, $P=0.020$),针对IMA通畅的患者进行预防性栓塞可提高EVAR术后的长期稳定性。一项回顾性研究^[32]发现,在平均随访59.3个月后,预栓塞组的99例患者中有92例(92.9%)在EVAR术后未进行再干预治疗,而在未行预栓塞的201例患者中有163例(81.5%)进行了再干预($P=0.009$),预栓塞显著降低了T2EL再干预的必要性。Vaillant等^[23]同样发现,预栓塞患者2年随访期间再干预率显著低于对照组(8.1% vs. 31.1%, $P=0.013$)。最近的一项基于12项研究的Meta分析^[25]表明,中位随访期24.1个月后,栓塞组的T2EL再次干预率为1.2% (7/570),对照组为11.2% (84/753) ($OR=0.12$, 95% $CI=0.06\sim 0.23$, $I^2=0\%$)。Zhang等^[26]发现T2EL再干预率在栓塞组为1.3%,对照组为10.4% ($P<0.01$)。Sasaki等^[33]对80例接受预栓塞的患者进行了随访观察,仅有1例患者在EVAR术后1年因T2EL需要再次干预。上述研究均充分说明针对T2EL高风险患者进行IMA和(或)LA预防性栓塞可降低T2EL的再干预率。

4 具备良好的技术成功率

目前常用的栓塞技术包括经动脉途径选择性

栓塞 IMA 和 LA, 以及非选择性的瘤囊栓塞。有研究^[19-20]表明, 选择性栓塞 IMA 和 LA 的技术成功率分别为 97.0% 和 74.7%。Meta 分析^[26]的研究结果提示, 在 12 项研究中主动脉侧支的栓塞技术成功率为 92.1% (455/494)。虽然栓塞操作可能会有一定风险, 如局部血管损伤、异位栓塞等, 但在细致的操作和密切的监测下, 这些并发症的发生率相对较低。目前的研究显示, 在预防性栓塞 IMA 或 LA 的过程中, 较少出现与栓塞相关的严重并发症或者因 T2EL 而需再次干预的情况。Zhang 等^[26]分析提示仅有 1.2% (10/829) 的患者在预栓塞侧支动脉时出现轻度侧支动脉栓塞并发症。一些研究者对预防性栓塞持保守态度, 他们担心预栓塞后会出现肠缺血等并发症。20 年前 Ward 等^[28]研究中, 共有 108 例患者栓塞了 IMA, 其中 9.3% 的患者在栓塞后 24 h 内出现腹痛, 但所有患者的乙状结肠镜检查结果均为阴性, 且腹痛症状在静脉输液治疗 1 d 后全部缓解。有 1 例患者死于 IMA 栓塞后肠坏死^[34-35]。最近的研究并未出现与侧支动脉预栓塞相关的并发症, 这可能与栓塞技术进步、设备优化有关。事实上, IMA 和肠系膜上动脉 (superior mesenteric artery, SMA) 之间有许多潜在的侧支循环, 栓塞 IMA 后血液会通过这些侧支流向 IMA 供血区, 而当 IMA 通畅时, 血液可能会通过同样的途径回流到 IMA 和动脉瘤囊, 最终形成 T2EL, 对 IMA 的主干进行超选择性栓塞, 既可以预防 T2EL, 又能保留 SMA 对 IMA 的辖区供血。

5 未来的研究方向

当前的证据表明, 在行 EVAR 时选择性栓塞 IMA 和/或 LA 等侧支动脉可降低动脉瘤囊增大、T2EL 发生率以及再干预率, 在临床获益方面的意义是肯定的。然而目前相关研究的随访时间有限, 大多数研究平均随访时间在 3~5 年之间, 对于预防性栓塞的长期 (如 10 年以上) 效果和对患者远期预后的影响仍需要更多的数据来验证。

目前对于哪些患者最适合接受预防性栓塞尚未完全明确^[36]。Lee 等^[37]观察到, 在随访期间, 复杂的 IMA-LA 型 T2EL 必须接受治疗, 而单通道和 LA-LA 型 T2EL 更倾向于自行消退。因此, EVAR 对所有通畅的 IMA 或 LA 常规预栓塞可能获益有限, 一项来自芬兰的研究^[38]验证了这一观点。此外,

与 IMA 相关的复杂型 T2EL 是导致不良预后风险最高的类型, 会导致瘤囊进行性增大, 增加 AAA 的破裂风险^[16]。Takeuchi 等^[18]发现, 栓塞全部侧支动脉与仅栓塞 IMA 相比, 未观察到明显的差异性, IMA 栓塞足以降低 T2EL 的发生率, 减少与 T2EL 相关的瘤体增大。有研究^[39]表明, 单纯 IMA 预栓塞在预防 T2EL 方面与非选择性侧支动脉栓塞和动脉瘤囊栓塞的效果相似, 但单纯 IMA 栓塞在抑制动脉瘤囊扩张和降低再干预率方面显示出更好的临床效果。针对这些栓塞策略的争议, 未来需要更精确的风险评估模型, 综合考虑患者的解剖结构、合并症等因素, 针对不同患者实施个体化治疗。

另外, Samura 等^[24]指出, EVAR IMA 的平均栓塞时间为 4.5 min。栓塞组的总手术时间稍长于非栓塞组 (214 min vs. 174 min, $P=0.031$)。栓塞组的透视时间稍长于非栓塞组 (72.8 min vs. 49.4 min, $P=0.008$), 并且栓塞组的造影剂用量稍多于非栓塞组 (60.5 mL vs. 44.7 mL, $P=0.007$)。Shirasu 等^[20]发现, IMA+LA 栓塞组的透视时间明显更长 (非栓塞组: 60.2 min; IMA 栓塞组: 59.3 min; IMA+LA 栓塞组: 75.5 min), 剂量面积的乘积也是如此 (无栓塞组: 424.6 Gy cm²; IMA 栓塞组: 477.7 Gy cm²; IMA+LA 栓塞组: 631.8 Gy cm²)。未发现与栓塞相关的并发症或与辐射相关的不良事件。随着栓塞血管数量的增加, 造影剂使用剂量以及透视时间显著升高, 但这是否对患者产生不良影响仍需进一步的研究。

目前用于血管栓塞的材料主要包括弹簧圈、血管塞以及纤维蛋白胶等。弹簧圈常用于 IMA 栓塞, 但由于其在使用过程中需要额外的导丝和微导管, 会增加手术成本, 且由于线圈的金属辐射, 患者在后续复查计算机断层血管造影时获得的 CT 图像质量较差, 评估内漏时可能存在干扰。Samura 等^[20]报道称使用血管塞栓塞 IMA 是有效、可行且安全的, 其技术成功率为 76.6%。但使用血管塞栓塞 IMA 的研究有限。最近, 有研究^[40]在 EVAR 使用形状记忆聚合物 (shape memory polymer, SMP) 栓塞 AAA 瘤囊, 34 例患者接受了 SMP 治疗, 技术成功率 100%。在 1 年的随访期内, 瘤囊体积和直径在 6 个月和 1 年时均显著减小, 1 年时分别有 81.8% 和 57.6% 的患者瘤囊体积缩小 $\geq 10\%$ 和直径缩小 ≥ 5 mm。30 d 时 15 例患者出现 T2EL, 1 年后 9 例患者仍有 T2EL, 其中 3 例体积 ≥ 2.4 mL。新型材料栓塞 AAA

瘤囊可简化操作流程,但目前相关研究较少,且随访期短,缺乏对远期预后的评估数据。未来,需要进一步探索如何改善手术方式,研发合适的栓塞材料,从而缩短手术时长和透视时间,减少造影剂用量。

T2EL 高风险患者(IMA 通畅伴直径 ≥ 3 mm、LA 通畅伴直径 ≥ 2 mm、通畅腰动脉的数量 > 3) 在 EVAR 行预防性栓塞能够显著降低术后 T2EL 发生率和再干预率,对改善患者预后具有重要的临床价值。未来需要进一步的研究以明确适合栓塞的人群,探索合适的栓塞方式和栓塞材料,提高栓塞手术的精准性和安全性。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:谭程鹏、刘浩、容丹撰写了主要的手稿文本。梅菲负责思路设计、文稿修改。张子涵、何健、姜鹏和崔永攀参与了内容总结以及文稿的修改。所有作者都审阅了稿件并批准了最终稿件。

参考文献

- [1] Wanhainen A, van Herzele I, Bastos Goncalves F, et al. Editor's choice: European society for vascular surgery (ESVS) 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2024, 67(2):192-331. doi:10.1016/j.ejvs.2023.11.002.
- [2] Suckow BD, Goodney PP, Columbo JA, et al. National trends in open surgical, endovascular, and branched-fenestrated endovascular aortic aneurysm repair in Medicare patients[J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67(6):1690-1697. doi:10.1016/j.jvs.2017.09.046.
- [3] Zuccon G, D'Oria M, Gonçalves FB, et al. Incidence, risk factors, and prognostic impact of type Ib endoleak following endovascular repair for abdominal aortic aneurysm: scoping review[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2023, 66(3): 352-361. doi: 10.1016/j.ejvs.2023.06.017.
- [4] Cifuentes S, Mendes BC, Tabiei A, et al. Management of endoleaks after elective infrarenal aortic endovascular aneurysm repair: a review[J]. *JAMA Surg*, 2023, 158(9): 965-973. doi: 10.1001/jamasurg.2023.2934.
- [5] Niklas N, Malec M, Gutowski P, et al. Effectiveness of inferior mesenteric artery embolization on type II endoleak-related complications after endovascular aortic repair (EVAR): systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(18):5491. doi: 10.3390/jcm11185491.
- [6] Zuidema R, van der Riet C, El Moumni M, et al. Pre-operative aortic neck characteristics and post-operative sealing zone as predictors of type Ia endoleak and migration after endovascular aneurysm repair: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 64(5): 475-488. doi: 10.1016/j.ejvs.2022.08.017.
- [7] Avgerinos ED, Chaer RA, Makaroun MS. Type II endoleaks[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 60(5):1386-1391. doi:10.1016/j.jvs.2014.07.100.
- [8] Chun JY, de Haan M, Maleux G, et al. CIRSE standards of practice on management of endoleaks following endovascular aneurysm repair[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2024, 47(2):161-176. doi: 10.1007/s00270-023-03629-1.
- [9] Sidloff DA, Gokani V, Stather PW, et al. Type II endoleak: conservative management is a safe strategy[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2014, 48(4):391-399. doi: 10.1016/j.ejvs.2014.06.035.
- [10] 吴科敏,周海洋,李瑶珍,等.腹主动脉瘤腔内修复术后II型内漏的处理[J]. *中国普通外科杂志*, 2021, 30(12):1418-1426. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.005.
- [10] Wu KM, Zhou HY, Li YZ, et al. Management of type II endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. *China Journal of General Surgery*, 2021, 30(12):1418-1426. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.005.
- [11] Lo RC, Buck DB, Herrmann J, et al. Risk factors and consequences of persistent type II endoleaks[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 63(4):895-901. doi:10.1016/j.jvs.2015.10.088.
- [12] Suárez González LÁ, Lozano Martínez-Luengas I, Montoya Calzada N, et al. Preoperative predictive factors for type II endoleak: trying to define high-risk patients[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(1):187-191. doi:10.1016/j.asjsur.2022.03.022.
- [13] Otsu M, Ishizaka T, Watanabe M, et al. Analysis of anatomical risk factors for persistent type II endoleaks following endovascular abdominal aortic aneurysm repair using CT angiography[J]. *Surg Today*, 2016, 46(1):48-55. doi:10.1007/s00595-015-1115-5.
- [14] Rokosh RS, Chang H, Butler JR, et al. Prophylactic sac outflow vessel embolization is associated with improved sac regression in patients undergoing endovascular aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 76(1):113-121. doi:10.1016/j.jvs.2021.11.070.
- [15] Ide T, Shimamura K, Kuratani T, et al. Impact of the patency of inferior mesenteric artery on 7-year outcomes after endovascular aneurysm repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2024, 31(3):371-380. doi: 10.1177/15266028221121748.
- [16] Jones JE, Atkins MD, Brewster DC, et al. Persistent type 2 endoleak after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm is associated with adverse late outcomes[J]. *J Vasc Surg*, 2007, 46(1): 1-8. doi:10.1016/j.jvs.2007.02.073.
- [17] Sidloff DA, Stather PW, Choke E, et al. Type II endoleak after endovascular aneurysm repair[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(10):1262-1270. doi:10.1002/bjs.9181.
- [18] Takeuchi Y, Morikage N, Samura M, et al. Five-year follow-up of

- randomized clinical trial for pre-emptive inferior mesenteric artery embolization during endovascular aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 80(3):693–701. doi:10.1016/j.jvs.2024.04.058.
- [19] Gentsu T, Yamaguchi M, Sasaki K, et al. Side branch embolization before endovascular abdominal aortic aneurysm repair to prevent type II endoleak: a prospective multicenter study[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2024, 105(9):326–335. doi:10.1016/j.diii.2024.03.003.
- [20] Shirasu T, Akai A, Motoki M, et al. Midterm outcomes of side branch embolization and endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(4): 784–792. doi: 10.1016/j.jvs.2023.12.004.
- [21] Ide T, Shimamura K, Shijo T, et al. Impact of patent lumbar arteries on aneurysm sac enlargement with type II endoleak after endovascular aneurysm repair[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2023, 66(4):513–520. doi:10.1016/j.ejvs.2023.06.003.
- [22] Axelrod DJ, Lookstein RA, Guller J, et al. Inferior mesenteric artery embolization before endovascular aneurysm repair: technique and initial results[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2004, 15(11): 1263–1267. doi:10.1097/01.RVI.0000141342.42484.90.
- [23] Vaillant M, Barral PA, Mancini J, et al. Preoperative inferior mesenteric artery embolization is a cost-effective technique that may reduce the rate of aneurysm sac diameter enlargement and reintervention after EVAR[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 60:85–94. doi: 10.1016/j.avsg.2019.03.012.
- [24] Samura M, Morikage N, Otsuka R, et al. Endovascular aneurysm repair with inferior mesenteric artery embolization for preventing type II endoleak: a prospective randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(2):238–244. doi:10.1097/SLA.00000000000003299.
- [25] Yu HYH, Lindström D, Wanhainen A, et al. An updated systematic review and meta-analysis of pre-emptive aortic side branch embolization to prevent type II endoleaks after endovascular aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(6): 1815–1821. doi: 10.1016/j.jvs.2022.11.042.
- [26] Zhang HF, Yang YG, Kou L, et al. Effectiveness of collateral arteries embolization before endovascular aneurysm repair to prevent type II endoleaks: a systematic review and meta-analysis[J]. *Vascular*, 2022, 30(5): 813–824. doi: 10.1177/170853812111032764.
- [27] Müller-Wille R, Uller W, Gössmann H, et al. Inferior mesenteric artery embolization before endovascular aortic aneurysm repair using amplatzer vascular plug type 4[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2014, 37(4):928–934. doi:10.1007/s00270-013-0762-4.
- [28] Ward TJ, Cohen S, Fischman AM, et al. Preoperative inferior mesenteric artery embolization before endovascular aneurysm repair: decreased incidence of type II endoleak and aneurysm sac enlargement with 24-month follow-up[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24(1):49–55. doi:10.1016/j.jvir.2012.09.022.
- [29] Aoki A, Maruta K, Hosaka N, et al. Evaluation and coil embolization of the aortic side branches for prevention of type II endoleak after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm[J]. *Ann Vasc Dis*, 2017, 10(4):351–358. doi:10.3400/avd.oa.17-00088.
- [30] Hiraoka A, Chikazawa G, Ishida A, et al. Preoperative coil embolization of side branches and postoperative antifibrinolytic therapy in endovascular aneurysm repair: a propensity score analysis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017, 28(4): 550–557. doi: 10.1016/j.jvir.2016.12.1223.
- [31] Chew DK, Dong SW, Schroeder AC, et al. The role of the inferior mesenteric artery in predicting secondary intervention for type II endoleak following endovascular aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2019, 70(5):1463–1468. doi:10.1016/j.jvs.2019.01.090.
- [32] Chew DK, Schmelter RA, Tran MT, et al. Reducing aneurysm sac growth and secondary interventions following endovascular abdominal aortic aneurysm repair by preemptive coil embolization of the inferior mesenteric artery and lumbar arteries[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(3):532–539. doi:10.1016/j.jvs.2023.11.031.
- [33] Sasaki K, Yamaguchi M, Gentsu T, et al. Pre-emptive Aortic Side Branch Embolization during Endovascular Aneurysm Repair Using the Excluder Stent-Graft System: a Prospective Multicenter study[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2024, 35(6):874–882. doi:10.1016/j.jvir.2024.01.032.
- [34] Wells GA, Shea B, O'Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for Assessing the Quality of Non-Randomised Studies in Meta-Analyses[C]//Symposium on Systematic Reviews: Beyond the Basics. Symposium on Systematic Reviews: Beyond the Basics, 2014. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/261773681>.
- [35] Suárez González LÁ, Martínez-Luengas IL, Del Canto Peruyera P, et al. Safety of preoperative branch embolization in patients undergoing evar[J]. *J Vasc Bras*, 2024, 23:e20220137. doi:10.1590/1677-5449.202201372.
- [36] Kontopodis N, Galanakis N, Kiparakis M, et al. Pre-emptive embolization of the aneurysm sac or aortic side branches in endovascular aneurysm repair: meta-analysis and trial sequential analysis of randomized controlled trials[J]. *Ann Vasc Surg*, 2023, 91:90–107. doi:10.1016/j.avsg.2022.10.027.
- [37] Lee JT, Aziz IN, Lee JT, et al. Volume regression of abdominal aortic aneurysms and its relation to successful endoluminal exclusion[J]. *J Vasc Surg*, 2003, 38(6): 1254–1263. doi: 10.1016/s0741-5214(03)00924-8.
- [38] Väärämäki S, Viitala H, Laukontaus S, et al. Routine inferior mesenteric artery embolisation is unnecessary before endovascular aneurysm repair[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2023, 65(2):264–270. doi:10.1016/j.ejvs.2022.11.009.
- [39] Wu Y, Yin JH, Hongpeng Z, et al. Systematic review and network meta-analysis of pre-emptive embolization of the aneurysm sac

side branches and aneurysm sac coil embolization to improve the outcomes of endovascular aneurysm repair[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9:947809. doi:10.3389/fcvm.2022.947809.

[40] Holden A, Hill AA, Khashram M, et al. One-year follow-up after active aortic aneurysm sac treatment with shape memory polymer devices during endovascular aneurysm repair[J]. J Vasc Surg, 2024, 79(5):1090-1100.e4. doi:10.1016/j.jvs.2023.12.045.

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式:谭程鹏,容丹,刘浩,等.腹主动脉瘤腔内修复术中栓塞肠系膜下动脉和腰动脉预防II型内漏的临床意义及研究进展[J].中国普通外科杂志,2024,33(12):2051-2057. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013

Cite this article as: Tan CP, Rong D, Liu H, et al. Embolization of the inferior mesenteric artery and lumbar arteries during endovascular aortic repair for the prevention of type II endoleak: clinical significance and research progress[J]. Chin J Gen Surg, 2024, 33(12): 2051-2057. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013

本刊常用词汇英文缩写表

C-反应蛋白	CRP	甲型肝炎病毒	HAV	心电图	ECG
Toll样受体	TLRs	碱性成纤维细胞转化生长因子	bFGF	心脏监护病房	CCU
氨基末端激酶	JNK	聚合酶链反应	PCR	血管紧张素 II	AngII
白细胞	WBC	抗生物素蛋白-生物素酶复合物法	ABC法	血管内皮生长因子	VEGF
白细胞介素	IL	辣根过氧化物酶	HRP	血管性血友病因子	vWF
半数抑制浓度	IC ₅₀	链霉抗生物素蛋白-生物素酶复合物法	SABC法	血红蛋白	Hb
变异系数	CV	磷酸盐缓冲液	PBS	血肌酐	SCr
标记的链霉抗生物素蛋白-生物素法	SP法	绿色荧光蛋白	GFP	血小板	PLT
表皮生长因子	EGF	酶联免疫吸附测定	ELISA	血压	BP
丙氨酸氨基转移酶	ALT	美国食品药品监督管理局	FDA	血氧饱和度	SO ₂
丙二醛	MDA	脑电图	EEG	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸	NADPH
丙型肝炎病毒	HCV	内毒素/脂多糖	LPS	严重急性呼吸综合征	SARS
超氧化物歧化酶	SOD	内皮型一氧化氮合酶	eNOS	一氧化氮	NO
磁共振成像	MRI	内生肌酐清除率	CCr	一氧化氮合酶	NOS
极低密度脂蛋白胆固醇	VLDL-C	尿素氮	BUN	乙二胺四乙酸	EDTA
低密度脂蛋白胆固醇	LDL-C	凝血酶时间	TT	乙酰胆碱	ACh
动脉血二氧化碳分压	PaCO ₂	凝血酶原时间	PT	乙型肝炎病毒	HBV
动脉血氧分压	PaO ₂	牛血清白蛋白	BSA	乙型肝炎病毒e抗体	HBeAb
二甲基亚砜	DMSO	热休克蛋白	HSP	乙型肝炎病毒e抗原	HBeAg
反转录-聚合酶链反应	RT-PCR	人类免疫缺陷病毒	HIV	乙型肝炎病毒表面抗体	HBsAb
辅助性T细胞	Th	人绒毛膜促性腺激素	HCG	乙型肝炎病毒表面抗原	HBsAg
肝细胞生长因子	HGF	三磷酸腺苷	ATP	乙型肝炎病毒核心抗体	HBeAb
干扰素	IFN	三酰甘油	TG	乙型肝炎病毒核心抗原	HBeAg
高密度脂蛋白胆固醇	HDL-C	生理氯化钠溶液	NS	异硫氰酸荧光素	FLTC
谷胱甘肽	GSH	世界卫生组织	WHO	诱导型一氧化氮合酶	iNOS
固相pH梯度	IPG	双蒸水	ddH ₂ O	原位末端标记法	TUNEL
核糖核酸	RNA	丝裂原活化蛋白激酶	MAPK	杂合性缺失	LOH
核因子-κB	NF-κB	四甲基偶氮唑盐微量酶反应	MTT	增强化学发光法	ECL
红细胞	RBC	苏木精-伊红染色	HE	肿瘤坏死因子	TNF
红细胞沉降率	ESR	胎牛血清	FBS	重症监护病房	ICU
环氧合酶-2	COX-2	体质量指数	BMI	转化生长因子	TGF
活化部分凝血活酶时间	APTT	天门冬氨酸氨基转移酶	AST	自然杀伤细胞	NK细胞
活性氧	ROS	脱氧核糖核酸	DNA	直接胆红素	DBIL
获得性免疫缺陷综合征	AIDS	细胞间黏附分子	ICAM	总胆固醇	TC
肌酐	Cr	细胞外基质	ECM	总胆红素	TBIL
基质金属蛋白酶	MMP	细胞外调节蛋白激酶	ERK		
计算机X线断层照相技术	CT	纤连蛋白	FN		