



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250354
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250354
China Journal of General Surgery, 2025, 34(12):2568-2576.

· 动脉疾病专题研究 ·

预防性肠系膜下动脉栓塞对腹主动脉瘤腔内修复术后结局影响的单中心回顾性分析

刘浩^{1,2,3}, 邹凌威^{1,2,3}, 蒋小浪^{1,2,3}, 严璐彤^{1,2,3}, 陈斌^{1,2,3}, 董智慧^{1,2,3}, 符伟国^{1,2,3}

(1. 复旦大学附属中山医院 血管外科, 上海 200030; 2. 复旦大学血管外科研究所, 上海 200030; 3. 国家放射与治疗临床医学研究中心, 上海 200030)

摘要

背景与目的: II型内漏是腹主动脉瘤腔内修复术 (EVAR) 后最常见的并发症之一, 与术后瘤体持续增大及再干预密切相关。肠系膜下动脉 (IMA) 是II型内漏的重要血流来源, 其预防性栓塞的临床价值尚存争议。本研究旨在评估预防性 IMA 栓塞对 EVAR 患者术后内漏、瘤体变化及再干预的影响。

方法: 回顾性分析 2022 年 1 月—2024 年 1 月接受 EVAR 治疗的肾下腹主动脉瘤患者, 根据是否行预防性 IMA 栓塞分为栓塞组和非栓塞组。比较两组患者术前基线资料、围术期情况及随访结局。采用 Kaplan-Meier 法分析无内漏生存率、无II型内漏生存率、免于瘤体增大生存率及免于再干预生存率。

结果: 共纳入 233 例患者, 其中 62 例接受预防性 IMA 栓塞。栓塞组与非栓塞组在术前基线特征及瘤体解剖学参数方面差异无统计学意义 (均 $P>0.05$)。平均随访 (19.6 ± 9.7) 个月。与非栓塞组相比, 栓塞组术后 2 年无内漏生存率 (93.55% vs. 74.53%, $P=0.027$)、无II型内漏生存率 (95.11% vs. 80.02%, $P=0.043$)、无 IMA 相关II型内漏生存率 (100.0% vs. 85.26%, $P=0.019$) 及免于瘤体增大生存率 (94.27% vs. 81.96%, $P=0.026$) 均明显提高。两组在术后再干预率方面差异无统计学意义 ($P=0.388$)。

结论: 预防性 IMA 栓塞可显著降低 EVAR 术后内漏, 尤其是 IMA 相关II型内漏的发生, 并有助于抑制瘤体增大, 但对降低再干预率的作用尚不明确, 仍需大样本、长期随访研究进一步验证。

关键词

主动脉瘤, 腹; 动脉瘤腔内修复术; 内漏; 栓塞, 预防性

中图分类号: R654.3

Impact of prophylactic inferior mesenteric artery embolization on outcomes after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: a single-center retrospective analysis

LIU Hao^{1,2,3}, ZOU Lingwei^{1,2,3}, JIANG Xiaolang^{1,2,3}, YAN Lutong^{1,2,3}, CHEN Bin^{1,2,3}, DONG Zhihui^{1,2,3}, FU Weiguo^{1,2,3}

(1. Department of Vascular Surgery of Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 2. Fudan University Institute

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (82400568、82270507); 复旦大学附属中山医院“卓越住院医师”临床博士后基金资助项目 (2024); 国家科技重大专项基金资助项目 (2023ZD0504300)。

收稿日期: 2025-06-25; **修订日期:** 2025-07-29。

作者简介: 刘浩, 复旦大学附属中山医院住院医师, 主要从事主动脉疾病腔内治疗、细胞疗法治疗肢体缺血方面的研究 (邹凌威为本文共同第一作者)。

通信作者: 董智慧, Email: dzh926@126.com

of Vascular Surgery, Shanghai 200030, China; 3. National Clinical Research Center for Interventional Medicine, Shanghai 200030, China)

Abstract

Background and Aims: Type II endoleak remains the most common complication after endovascular aneurysm repair (EVAR) and is closely associated with aneurysmal sac enlargement and secondary interventions. The inferior mesenteric artery (IMA) is a major source of type II endoleak; however, the clinical benefit of prophylactic IMA embolization remains controversial. This study aimed to evaluate the impact of prophylactic IMA embolization on postoperative outcomes following EVAR.

Methods: Patients with infrarenal abdominal aortic aneurysm who underwent EVAR between January 2022 and January 2024 were retrospectively reviewed. Patients were divided into an embolization group and a non-embolization group according to whether prophylactic IMA embolization was performed. Baseline characteristics, perioperative data, and follow-up outcomes were compared. Kaplan-Meier analysis was used to assess endoleak-free survival, type II endoleak-free survival, freedom from sac enlargement, and freedom from reintervention.

Results: A total of 233 patients were included, of whom 62 underwent prophylactic IMA embolization. No significant differences were observed in baseline clinical or anatomical characteristics between the embolization group and a non-embolization group (all $P>0.05$). During a mean follow-up of (19.6±9.7) months, the embolization group demonstrated significantly higher 2-year endoleak-free survival (93.55% vs. 74.53%, $P=0.027$), type II endoleak-free survival (95.11% vs. 80.02%, $P=0.043$), IMA-related type II endoleak-free survival (100.0% vs. 85.26%, $P=0.019$), and freedom from aneurysmal sac enlargement (94.27% vs. 81.96%, $P=0.026$) compared with the non-embolization group. No significant difference was observed in reintervention-free survival between the two groups ($P=0.388$).

Conclusion: Prophylactic IMA embolization significantly reduces postoperative endoleaks, particularly IMA-related type II endoleaks, and is associated with improved control of aneurysmal sac enlargement after EVAR. However, its effect on reducing reintervention rates remains uncertain and warrants further validation in larger, long-term studies.

Key words

Aortic Aneurysm, Abdominal; Endovascular Aneurysm Repair; Endoleak; Embolization, Prophylactic

CLC number: R654.3

自 1991 年 Parodi 等^[1]报道了首例腹主动脉瘤腔内修复术 (endovascular aneurysm repair, EVAR) 以来, 腹主动脉瘤 (abdominal aortic aneurysm, AAA) 的腔内治疗技术和器械得到了不断发展。相比于传统开放手术切除动脉瘤重建血流, EVAR 的优势在于其创伤小、恢复快且围手术期并发症发生少, 但在术后并发症方面并不具有明显优势^[2-3]。众多临床研究 (包括 EVAR 1、DREAM、OVER 及 ACE 研究)^[4-10]提示, 相比于开放手术, 术后早期 EVAR 在总体死亡率、动脉瘤相关死亡率及再干预率方面具有较为明显的优势, 但随着随访时间的增加, 这些优势逐步消耗殆尽。内漏作为 EVAR 术后最常见的并发症, 其总体发生率可达 20%~50%,

与术后瘤体继续增大、再干预甚至破裂死亡等事件密切相关^[11-12]。根据内漏来源不同, 可将其分为 I~V 型, 其中以 II 型最为常见, 发生率可达 10%~25%^[11-12]。作为 II 型内漏的重要来源, 肠系膜下动脉 (inferior mesenteric artery, IMA) 直径已被证实与 II 型内漏的发生存在显著相关性, 术中 IMA 栓塞也被国内外各中心采用以预防术后 II 型内漏^[13-14]。本研究回顾性纳入于本中心接受 EVAR 手术的 AAA 患者, 根据是否接受预防性 IMA 栓塞将患者分为栓塞组和非栓塞组, 通过分析并对比两组临床预后差异, 证实预防性 IMA 栓塞对此类患者的效果及价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性纳入自2022年1月—2024年1月于复旦大学附属中山医院接受EVAR的AAA患者，收集并分析其基线信息。纳入标准：(1)年龄 ≥ 18 岁；(2)电子计算机断层扫描血管造影(CTA)、磁共振成像血管造影(MRA)或数字减影血管造影(DSA)证实肾下AAA；(3)IMA通畅，无狭窄/闭塞，发自瘤体；(4)接受标准EVAR治疗；(5)不良瘤颈，包括短瘤颈、扭曲瘤颈等。排除标准：(1)患者拒绝签署知情同意书；(2)失访；(3)假性动脉瘤；(4)破裂AAA。本研究经医院伦理委员会批准，并豁免患者知情同意。

1.2 干预方法

预防性IMA栓塞均在EVAR前施行：使用4 F SIM1/C2导管自股动脉入路选入IMA开口后，手推造影证实位于主干并测量主干直径，导入微导管及微导丝选入主干远端，使用0.018"弹簧圈(Interlock)栓塞IMA第1根分支左结肠动脉发出处近心端主干部位。栓塞完毕后进行EVAR手术。标准EVAR手术方案如前所述^[15]，简而言之，股动脉入路导入主体支架，共干部分及短腿完全释放后对侧股动脉入路超选短腿并释放对侧髂支，后完全释放支架主体，并同侧续接髂支。后续根据病变解剖学特点处理髂动脉病变。技术成功定义为按预计方案成功释放支架系统，手术成功定义为技术成功且最终造影显示瘤体无内漏。

1.3 观察指标

所有患者住院后被要求术后3、6、12个月及之后每年进行随访行胸腹主动脉CTA，若无法前来门诊随访则建议患者在当地医院检查后通过电话随访。随访期间主要观察指标包括全因死亡及瘤体增大。瘤体增大定义为AAA最大径较术前增加 ≥ 5 mm。次要观察指标包括主动脉相关死亡、再干预及内漏。再干预可分为II型内漏相关再干预及非II型内漏相关再干预。术后II型内漏定义为CTA和(或)DSA证实内漏来自分支动脉反流，且持续时间 ≥ 6 个月或虽持续时间 < 6 个月但已经存在瘤体增大。

1.4 统计学处理

采用SPSS 20.0，计数资料以平均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，计量资料以例数(百分比)[n (%)]

表示。Kaplan-Meier法计算免于再干预生存率、免于瘤体增大生存率、无内漏生存率等。采用两样本均数 t 检验比较治疗前后各计数资料的差异，Fisher确切概率法比较治疗前后各计量资料的差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料

2022年1月—2024年1月，共398例AAA患者于笔者中心接受腔内治疗，排除术前IMA闭塞/狭窄/非发自瘤体患者86例，非肾下AAA患者45例，术后失访患者22例，假性动脉瘤患者12例，共纳入233例患者。其中男性198例(85.0%)，女性35例(15.0%)；年龄52~93岁，平均 (70.3 ± 8.4) 岁。合并症方面，79.0%(184/233)患者合并高血压，46.3%(108/233)患者合并糖尿病，16.3%(28/233)患者合并冠心病，42.1%(98/233)患者合并血脂异常。术前28例(12.0%)患者常规使用抗凝/抗血小板药物。病变解剖学方面，瘤体仅累及腹主动脉174例(74.7%)；累及髂总动脉40例(17.1%)；累及髂总及髂内动脉13例(5.6%)；累及髂总、髂外及髂内动脉2例(0.9%)；累及髂内动脉4例(1.7%)。AAA瘤体最大径平均为 (50.1 ± 11.4) mm；IMA平均直径 (2.8 ± 0.7) mm；连接瘤体的通畅腰动脉数量0~7条，平均 (3.8 ± 1.4) 条，直径平均为 (2.1 ± 0.5) mm。233例患者中，接受预防性IMA栓塞62例为栓塞组，另171例为非栓塞组。在术前基线信息方面，栓塞组与非栓塞组间无显著统计学差异(表1)。

2.2 干预情况

所有患者均在全麻下进行手术。仅接受EVAR手术者138例(其中12例接受瘤腔内弹簧圈栓塞)，接受EVAR+髂内动脉栓塞者33例，接受EVAR+IMA栓塞54例，接受EVAR+IMA栓塞+髂内动脉栓塞者8例。使用覆膜支架主体包括Endurant 128例、C3 38例、Excluder 56例及Incraft 11例。相较于非栓塞组，栓塞组手术时间更长[(177.3 ± 66.0) min vs. (152.5 ± 76.9) min, $P=0.025$]，但两组间在造影剂用量方面差异无统计学意义(表2)。技术成功率为100%，手术成功率为90.1%，23例患者最终造影可见支架外缓慢血流影。IMA栓塞技术成功率为98.4%(61/62)，1例发生栓塞后弹簧

圈向 IMA 远端移位,患者术后未出现肠道缺血状。所有患者平均住院时间为 (3.9 ± 1.1) d。住院

期间无死亡、心血管事件、脑血管事件及肠道缺血等不良事件发生。

表 1 栓塞组与非栓塞组患者一般资料比较

Table 1 Baseline characteristics of patients in the embolization and non-embolization groups

资料	栓塞组(n=62)	非栓塞组(n=171)	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	69.4±11.4	70.6±8.2	0.378
性别[n(%)]			
男	54(87.1)	144(84.2)	0.586
女	8(12.9)	27(15.8)	
合并疾病[n(%)]			
高血压	48(77.4)	136(79.5)	0.867
糖尿病	25(40.3)	83(48.5)	0.336
冠心病	10(16.1)	8(4.7)	0.350
脑血管疾病	5(8.1)	20(11.7)	0.581
高脂血症	26(41.9)	72(42.1)	0.999
抗凝/抗血小板药物使用[n(%)]	8(12.9)	20(11.7)	0.982
瘤体累及[n(%)]			
仅腹主动脉	47(75.8)	127(74.3)	0.677
腹主+髂总动脉	11(17.7)	29(17.0)	
腹主+髂总+髂内动脉	4(6.5)	9(5.3)	
腹主+髂总+髂外+髂内动脉	0(0.0)	2(1.2)	
腹主+髂内动脉	0(0.0)	4(2.3)	
IMA 直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	3.0±0.9	2.8±1.0	0.063
瘤体相连通畅腰动脉数量(条, $\bar{x} \pm s$)	3.6±1.2	3.8±1.5	0.096
瘤体相连通畅腰动脉直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	2.2±0.7	2.1±0.4	0.176

表 2 栓塞组与非栓塞组患者干预情况比较

Table 2 Comparison of perioperative data between the embolization and non-embolization groups

资料	栓塞组(n=62)	非栓塞组(n=171)	P
主体支架品牌[n(%)]			
Endurant	47(75.8)	81(47.4)	0.145
C3	9(14.5)	29(17.0)	
Excluder	12(19.4)	44(25.7)	
Incraft	3(4.8)	8(4.7)	
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	177.3±66.0	152.5±76.9	0.025
造影剂用量(mL, $\bar{x} \pm s$)	110.6±89.0	102.8±76.6	0.512
干预方式[n(%)]			
仅 EVAR	0(0.0)	126(73.7)	—
EVAR+瘤腔栓塞	0(0.0)	12(7.0)	
EVAR+髂内动脉栓塞	0(0.0)	33(19.3)	
EVAR+IMA 栓塞	54(87.1)	0(0.0)	
EVAR+IMA 栓塞+髂内动脉栓塞	8(12.9)	0(0.0)	
栓塞 IMA 的弹簧圈直径(mm, $\bar{x} \pm s$)	3.8±0.4	—	—

2.3 随访信息

随访时间截止于 2025 年 1 月,随访时间 4~41 个月,平均 (19.6 ± 9.7) 个月。随访期间死亡患者 3 例,1 例因恶性肿瘤并发症于术后 4 个月死亡,1 例于术后 24 个月因心梗死亡,1 例于术后 31 个月

内漏瘤体先兆破裂,家属拒绝再次手术,最终死亡。32 例患者随访期间 CTA 可观察到明显内漏,其中栓塞组 4 例,1 例为腰动脉相关 II 型内漏,2 例为髂内动脉相关 II 型内漏(2 例出现瘤体增大),1 例无法明确判断;非栓塞组 28 例,15 例为 IMA

相关II型内漏（8例出现瘤体增大），4例为腰动脉相关II型内漏（3例出现瘤体增大），6例为髂内动脉相关II型内漏（5例出现瘤体增大），3例无法明确判断（1例出现瘤体增大，后造影证实为I型内漏）。相较于非栓塞组，栓塞组在术后2年无内漏生存率（93.55% vs. 74.53%， $P=0.027$ ）、无II型内漏生存率（95.11% vs. 80.02%， $P=0.043$ ）及无IMA相关II型内漏生存率（100.0% vs. 85.26%， $P=0.019$ ）方面均具有明显优势（图1）。

随访期间30例患者出现瘤体增大，除上述内漏患者外，有4例患者（栓塞组1例）在随访CTA上未观察到明显支架外造影剂外渗。两组术后1年最大瘤体直径均较前明显缩小[栓塞组： (45.8 ± 12.4) mm vs. (51.4 ± 13.1) mm， $P=0.016$ ；非栓塞组：

(46.9 ± 10.4) mm vs. (49.2 ± 10.6) mm， $P=0.044$]。栓塞组在术后2年免于瘤体增大生存率方面明显优于非栓塞组（94.27% vs. 81.96%， $P=0.026$ ）（图2A）。随访期间接受再干预患者10例，两组在术后2年免于再干预方面无明显差异（96.75% vs. 95.55%， $P=0.388$ ）（图2B）。栓塞组2例，因髂内动脉相关II型内漏所导致的瘤体增大，均接受髂内动脉弹簧圈栓塞。非栓塞组8例，2例因术后支架髂支闭塞导致肢体急性缺血，行腔内手术清除血栓并辅以支架植入；6例因II型内漏导致的瘤体增大（4例IMA相关，1例腰动脉相关，1例髂内动脉相关），其中1例腰动脉相关及1例IMA相关患者在尝试腔内治疗失败后行开放手术切除瘤体并重建腹主动脉，其他患者行腔内手术栓塞“犯罪”血管（图3）。

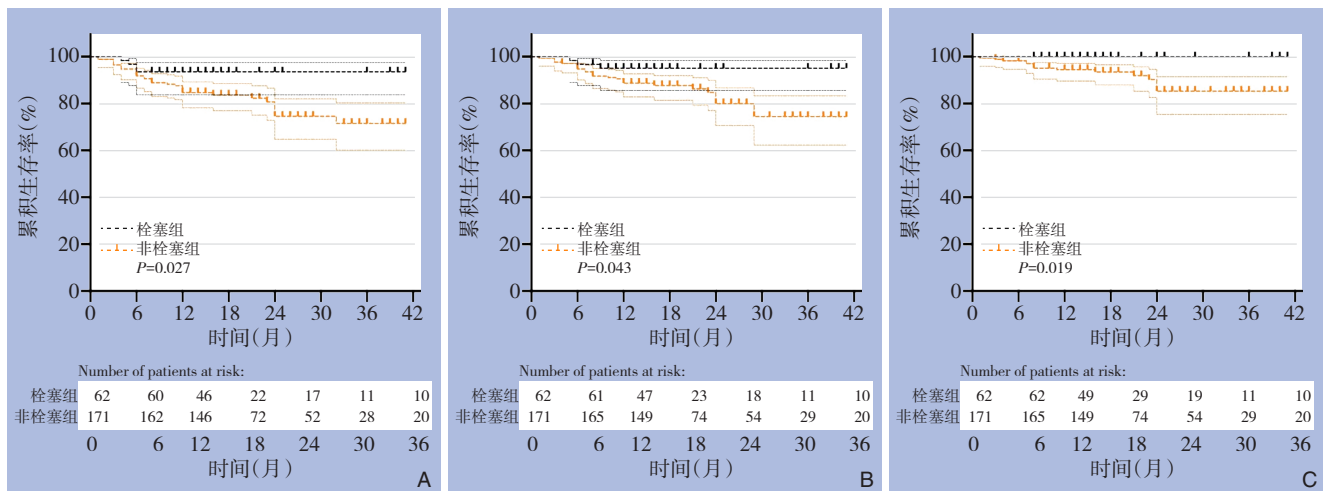


图1 栓塞组与非栓塞组术后内漏相关生存分析 A: 无内漏生存率; B: 无II型内漏生存率; C: 无IMA相关II型内漏生存率
Figure 1 Comparison of endoleak-related survival between the embolization and non-embolization groups A: Endoleak-free survival; B: Type II endoleak-free survival; C: IMA-related type II endoleak-free survival

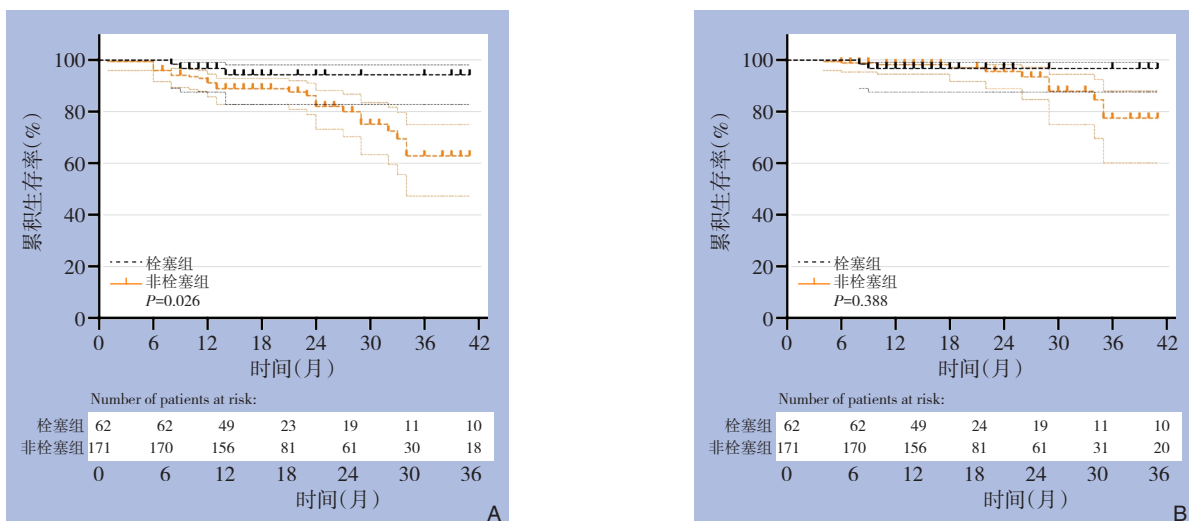


图2 栓塞组与非栓塞组术后瘤体变化及再干预生存分析 A: 免于瘤体增大生存率; B: 免于再干预生存率
Figure 2 Comparison of aneurysmal sac enlargement and reintervention-free survival between the embolization and non-embolization groups A: Freedom from aneurysmal sac enlargement; B: Reintervention-free survival

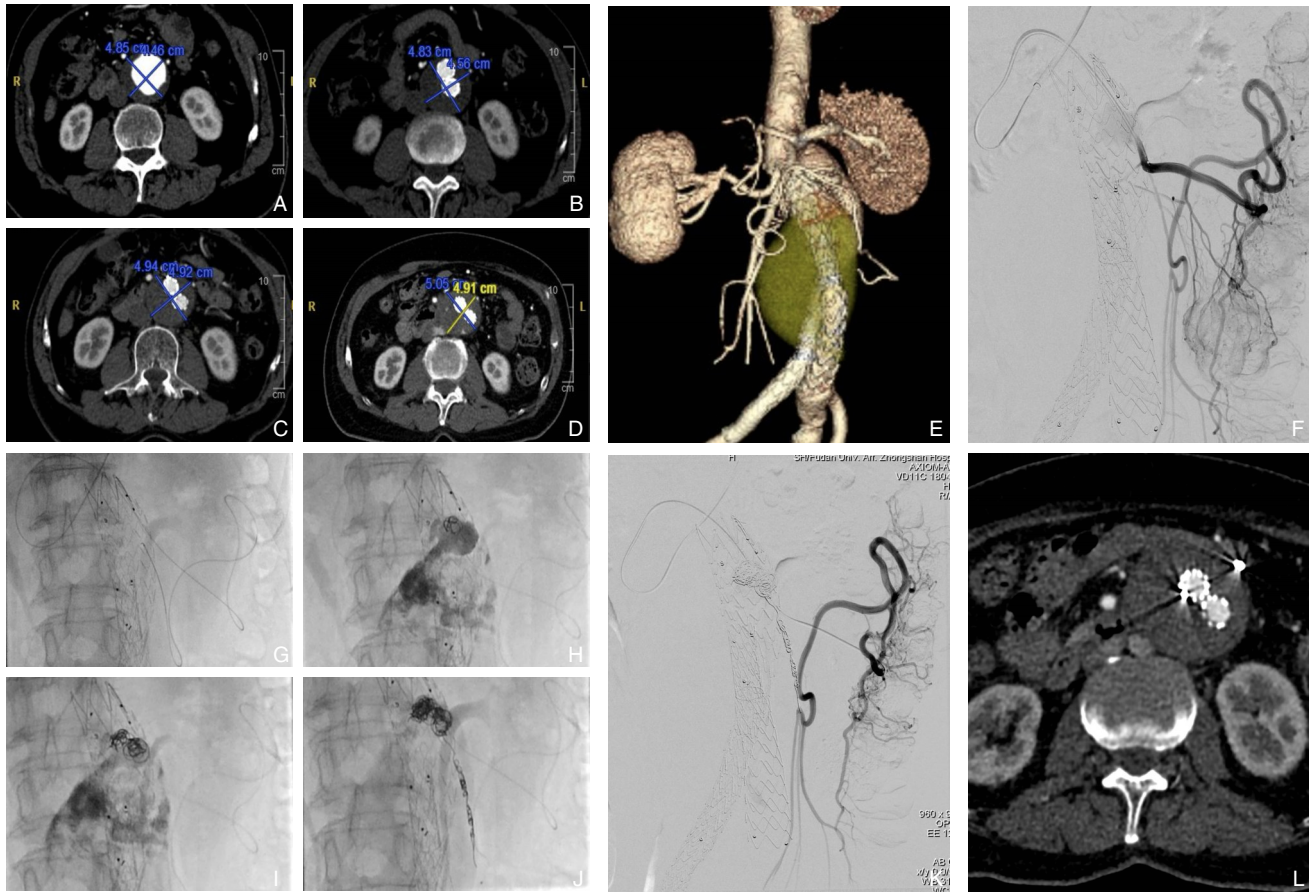


图3 未接受预防性IMA栓塞患者术后因IMA相关内漏瘤体持续增大接受再干预 A: 干预术前; B-D: 进行EVAR治疗后, AAA最大径在术后4个月及1、2年持续增长; E: 术后3年CTA, 可见IMA与瘤体沟通; F: DSA进一步明确IMA为II型内漏来源; G-K: 自肠系膜上动脉经分支进入IMA并进入瘤体, 使用弹簧圈对瘤体及IMA进行栓塞, 最终造影证实栓塞效果良好; L: 干预后3个月随访, 瘤体稳定

Figure 3 Reintervention for persistent aneurysmal sac enlargement caused by IMA-related endoleak in a patient without prophylactic IMA embolization A: Preoperative imaging; B-D: Progressive aneurysmal sac enlargement at 4 months and 1 and 2 years after EVAR; E: CTA at 3 years showing communication between the IMA and aneurysmal sac; F: DSA confirming the IMA as the source of type II endoleak; G-K: Coil embolization of the aneurysmal sac and IMA via the superior mesenteric artery; L: Follow-up imaging at 3 months after reintervention showing a stable aneurysmal sac

3 讨论

术后内漏作为EVAR术后最常见的并发症之一, 一直受到血管外科医生的重视, II型内漏作为最常见的内漏类型, 其相关的讨论也从未停止^[16-17]。尽管部分II型内漏在随访过程中可自行消失^[18-22], 但持续性的II型内漏将显著增高动脉瘤体持续增大, 甚至破裂的风险^[13]。Jones等^[23]报道了关于164例EVAR术后II型内漏患者的研究, 尽管术后6个月内79.9%的II型内漏自行缓解, 但余33例持续性II型内漏患者有着更高的再干预率, 且4例出现动脉瘤破裂。II型内漏的治疗方式包括腔内治疗、开放手术、腔镜治疗等, 其中腔内治疗由于

创伤性小等优势作为首选, 但其成功率不高, 再干预后仍有患者瘤体持续增大^[24]。鉴于II型内漏发生率较高, 预后具有不确切性, 且再次腔内干预具有一定挑战性, 因此, II型内漏的预防至关重要。

目前, 国内外II型内漏预防性栓塞的主流方法包括预防性栓塞IMA、腰动脉及瘤腔。相较于栓塞腰动脉, 预防性栓塞IMA所需的操作时间更短, 操作更加简便; 相较于栓塞瘤腔, 预防性栓塞IMA的优势在于其更低的经济花费, 且避免了术后瘤腔内大量金属伪影对内漏评估的影响。本研究对于IMA的栓通常需利用C2 (Cordis, 美国) 或SIM1导管 (Cordis, 美国) 头端的弯曲选入IMA开

口，但此类导管跟进性有限，选入开口后仅作稳定通路之用，配合微导管微导丝进行栓塞，栓塞部位通常位于左结肠动脉近心端。由于左结肠动脉通常为IMA的第1根分支，这样可以保证阻塞所有分支的反流，其次，Riolan弓作为中结肠动脉和左结肠动脉的沟通侧支，左结肠动脉的保留可以确保肠系膜上动脉的血供最大限度供应IMA远端，减少肠道缺血发生风险。但IMA的栓塞有其挑战性：瘤体较大时可压迫导致开口角度过小、发自腹壁血栓、开口合并斑块、髂动脉扭曲等情况可导致超选困难。本研究中非栓塞组有12例患者接受瘤腔内栓塞，其中8例是因超选IMA失败而行的替代方案。

IMA的预防性栓塞已被国内外诸多研究证实，在预防术后内漏发生，减少再干预率方面具有显著相关性^[25-30]。正如本研究中的结果所提示，栓塞组无论是在术后II型内漏的发生率（95.11% vs. 80.02%， $P=0.043$ ）还是总体内漏发生率（93.55% vs. 74.53%， $P=0.027$ ）上均显著优于非栓塞组。但预防性治疗并非一概而论，目前已有研究^[31]对术后II型内漏高危人群进行研究，危险因素包括：IMA通畅，直径 ≥ 3 mm；腰动脉直径 ≥ 2 mm或主髂动脉瘤。近期日本山口大学医学部^[32]公布了一项针对AAA患者进行预防性IMA栓塞的RCT，结果提示：对于II型内漏高风险患者，预防性IMA栓塞在避免瘤体增大及促进瘤体缩小方面具有促进作用，但在术后再干预方面无显著差异。考虑到这是一项单中心、小样本研究，且栓塞组及非栓塞组间男女患者比例方面存在差异（男性本身就是术后瘤

腔扩张的独立危险因素），这一结论还有待更大样本研究的进一步确认。本研究中栓塞组及非栓塞组在术后再干预率方面也未显示差异有统计学意义，一方面，可能因为本研究随访时间较短，平均随访时间不足24个月；另一方面，可能因为本研究患者的纳入标准并未要求IMA直径 ≥ 3 mm，患者非全为II型内漏高风险，但目前诸多研究所采用的高危风险标准为国外研究制定，考虑到国人与欧美人种在动脉直径上存在差异，这一标准是否同样适用于国人有待商榷；最后，非栓塞组中有12例患者同期接受了瘤腔栓塞，作为IMA栓塞失败时的替代方法之一，其同样可对术后内漏起到抑制作用。

目前对于预防性IMA栓塞后导致的肠道缺血尚未见报道。本研究中1例栓塞组患者出现弹簧圈移位至左结肠动脉分支以远，但未出现肠道缺血症状。通常来说，若肠系膜上动脉合并狭窄/闭塞，此时栓塞IMA导致肠缺血风险将急剧增高，因此往往推荐先行纠正肠系膜上动脉病变。除肠系膜上动脉病变外，若患者合并髂内动脉闭塞，此时进行IMA栓塞将显著增加肠道/盆腔缺血风险。如图4所示，1例双侧髂内动脉闭塞的AAA患者（不包含在本研究中）就诊我院，考虑到栓塞IMA可能导致的肠道/盆腔缺血风险，笔者团队选择EVAR同期开窗重建IMA，患者术后无相关缺血症状，术后1年随访CTA可见瘤体无明显内漏，直径维持稳定。由此可见，栓塞并非唯一避免IMA相关内漏的方法，需要根据患者术前基线情况灵活定制方案。

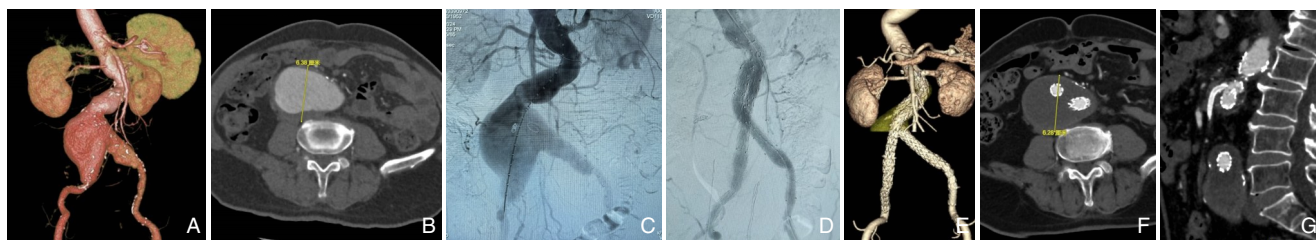


图4 接受IMA重建的患者 A: 干预术前，双侧髂内动脉闭塞；B: 瘤体最大直径约63.8 mm；C: 术中造影证实瘤体，双侧髂内动脉闭塞，且IMA发自瘤体；D: 考虑双侧髂内闭塞，若栓塞IMA，有肠道或盆腔内脏器缺血风险，遂行EVAR+IMA重建；E-G: 术后1年随访CTA提示，瘤体直径稳定，无明显内漏，IMA直径通畅，患者无肠道及盆腔缺血表现

Figure 4 IMA reconstruction in a patient with abdominal aortic aneurysm A: Preoperative imaging showing bilateral internal iliac artery occlusion; B: Maximum aneurysmal diameter of approximately 63.8 mm; C: Intraoperative angiography confirming aneurysm and IMA originating from the sac; D: EVAR combined with IMA reconstruction to avoid intestinal or pelvic ischemia; E-G: CTA at 1-year follow-up showing stable aneurysmal diameter, patent IMA, and absence of endoleak

综上所述,本研究结果提示,预防性IMA栓塞在EVAR患者术后的内漏发生率及瘤体增大率方面具有正面作用,但栓塞组与非栓塞组在再干预率方面无显著差异。这一结论需大样本研究进一步验证。

作者贡献声明:刘浩负责课题设计、数据收集及分析、文章撰写及基金支持;邹凌威负责数据收集及分析及文章撰写;蒋小浪负责数据收集及分析及文章撰写;严璐彤负责数据收集及分析;陈斌负责课题设计及论文修改;董智慧负责课题设计、文章撰写及修改及基金支持;符伟国负责课题设计及论文修改。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms[J]. *Ann Vasc Surg*, 1991, 5(6):491-499. doi:10.1007/BF02015271.
- [2] Schermerhorn ML, Bensley RP, Giles KA, et al. Changes in abdominal aortic aneurysm rupture and short-term mortality, 1995-2008: a retrospective observational study[J]. *Ann Surg*, 2012, 256(4):651-658. doi:10.1097/SLA.0b013e31826b4f91.
- [3] Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, et al. Long-term comparison of endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(21):1988-1997. doi:10.1056/NEJMoa1207481.
- [4] Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, et al. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2004, 364(9437):843-848. doi:10.1016/S0140-6736(04)16979-1.
- [5] Patel R, Powell JT, Sweeting MJ, et al. The UK EndoVascular Aneurysm Repair (EVAR) randomised controlled trials: long-term follow-up and cost-effectiveness analysis[J]. *Health Technol Assess*, 2018, 22(5):1-132. doi:10.3310/hta22050.
- [6] Patel R, Sweeting MJ, Powell JT, et al. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in 15-years' follow-up of the UK endovascular aneurysm repair trial 1 (EVAR trial 1): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2016, 388(10058):2366-2374. doi:10.1016/S0140-6736(16)31135-7.
- [7] Blankensteijn JD, de Jong SE, Prinssen M, et al. Two-year outcomes after conventional or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms[J]. *N Engl J Med*, 2005, 352(23):2398-2405. doi:10.1056/NEJMoa051255.
- [8] van Schaik TG, Yeung KK, Verhagen HJ, et al. Long-term survival and secondary procedures after open or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2017, 66(5):1379-1389. doi:10.1016/j.jvs.2017.05.122.
- [9] Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, et al. Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial[J]. *JAMA*, 2009, 302(14):1535-1542. doi:10.1001/jama.2009.1426.
- [10] Becquemin JP, Pillet JC, Lescalie F, et al. A randomized controlled trial of endovascular aneurysm repair versus open surgery for abdominal aortic aneurysms in low- to moderate-risk patients[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 53(5):1167-1173. doi:10.1016/j.jvs.2010.10.124.
- [11] Rehman ZU. Endoleaks: current concepts and treatments-A narrative review[J]. *J Pak Med Assoc*, 2021, 71(9):2224-2229. doi:10.47391/JPMA.03-345.
- [12] Sakalihan N, Michel JB, Katsargyris A, et al. Abdominal aortic aneurysms[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2018, 4:34. doi:10.1038/s41572-018-0030-7.
- [13] Gonzalez-Urquijo M, Lozano-Balderas G, Fabiani MA. Type II endoleaks after EVAR: a literature review of current concepts[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2020, 54(8):718-724. doi:10.1177/1538574420945448.
- [14] 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.
- [15] 唐晓,符伟国,郭大乔,等. 支架植入预防腹主动脉瘤腔内修复术后髂支血栓形成的疗效研究[J]. *中国血管外科杂志:电子版*, 2012, 4(4):218-220. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2012.04.009. Tang X, Fu WG, Guo DQ, et al. The stent implantation reducing the risk of iliac limb occlusions following endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2012, 4(4):218-220. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2012.04.009.
- [16] 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. 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]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(12):2051-2057. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013.
- [17] 郭强,史潇兮,方坤,等. 关于腹主动脉瘤腔内修复术中预防性栓塞肠系膜下动脉和腰动脉的分析与探讨[J]. *中国普通外科杂志*,

- 2024, 33(12): 2058–2061. doi: 10.7659/j. issn. 1005–6947.2024.12.014.
- Guo Q, Shi XX, Fang K, et al. Analysis and discussion of prophylactic embolization of inferior mesenteric artery and lumbar artery in endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):2058–2061. doi:10.7659/j. issn.1005–6947.2024.12.014.
- [18] 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.
- [19] Alsac JM, Khantalini I, Julia P, et al. The significance of endoleaks in thoracic endovascular aneurysm repair[J]. Ann Vasc Surg, 2011, 25(3):345–351. doi:10.1016/j.avsg.2010.08.002.
- [20] Walker J, Tucker LY, Goodney P, et al. Type II endoleak with or without intervention after endovascular aortic aneurysm repair does not change aneurysm-related outcomes despite sac growth[J]. J Vasc Surg, 2015, 62(3):551–561. doi:10.1016/j.jvs.2015.04.389.
- [21] Silverberg D, Baril DT, Ellozy SH, et al. An 8-year experience with type II endoleaks: natural history suggests selective intervention is a safe approach[J]. J Vasc Surg, 2006, 44(3):453–459. doi:10.1016/j.jvs.2006.04.058.
- [22] Karthikesalingam A, Thrumurthy SG, Jackson D, et al. Current evidence is insufficient to define an optimal threshold for intervention in isolated type II endoleak after endovascular aneurysm repair[J]. J Endovasc Ther, 2012, 19(2):200–208. doi: 10.1583/11–3762R.1.
- [23] 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.
- [24] Ultee KHJ, Büttner S, Huurman R, et al. Editor's Choice - Systematic Review and Meta-Analysis of the Outcome of Treatment for Type II Endoleak Following Endovascular Aneurysm Repair. [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2018, 56(6): 794–807. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.06.009.
- [25] Li Q, Hou P. Sac embolization and side branch embolization for preventing type II endoleaks after endovascular aneurysm repair: a meta-analysis[J]. J Endovasc Ther, 2020, 27(1): 109–116. doi: 10.1177/1526602819878411.
- [26] 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.
- [27] 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.0000000000003299.
- [28] Aoki A, Maruta K, Omoto T, et al. Midterm outcomes of endovascular abdominal aortic aneurysm repair with prevention of type 2 endoleak by intraoperative aortic side branch coil embolization[J]. Ann Vasc Surg, 2022, 78:180–189. doi:10.1016/j. avsg.2021.06.037.
- [29] Aoki A, Maruta K, Masuda T, et al. Factors influencing on the aneurysm sac shrinkage after endovascular abdominal aortic aneurysm repair by the analysis of the patients with the aneurysm sac shrinkage and expansion[J]. Ann Vasc Dis, 2023, 16(4):245–252. doi:10.3400/avd.avd.oa.23–00065.
- [30] Yu HYH, Lindström D, Wanhainen A, et al. Systematic review and meta-analysis of prophylactic aortic side branch embolization to prevent type II endoleaks[J]. J Vasc Surg, 2020, 72(5):1783–1792. doi:10.1016/j.jvs.2020.05.020.
- [31] Samura M, Morikage N, Mizoguchi T, et al. Identification of anatomical risk factors for type II endoleak to guide selective inferior mesenteric artery embolization[J]. Ann Vasc Surg, 2018, 48: 166–173. doi:10.1016/j.avsg.2017.10.016.
- [32] 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.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 刘浩, 邹凌威, 蒋小浪, 等. 预防性肠系膜下动脉栓塞对腹主动脉瘤腔内修复术后结局影响的单中心回顾性分析[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(12):2568–2576. doi: 10.7659/j. issn. 1005–6947.250354

Cite this article as: Liu H, Zou LW, Jiang XL, et al. Impact of prophylactic inferior mesenteric artery embolization on outcomes after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: a single-center retrospective analysis[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(12):2568–2576. doi: 10.7659/j. issn. 1005–6947.250354