



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250484

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250484

China Journal of General Surgery, 2026, 35(6):1139-1147.

· 专题研究 ·

腘动脉瘤的临床特征、治疗策略及远期疗效的单中心26例回顾性分析

张雄^{1,2}, 黎明^{1,2}, 杨晨紫^{1,2}, 何昊^{1,2}, 舒畅^{1,2,3}

(1. 中南大学湘雅二医院 血管外科, 湖南 长沙 410011; 2. 中南大学血管病研究所, 湖南 长沙 410011; 3. 国家心血管病中心/中国医学科学院阜外医院 血管外科中心, 北京 100037)

摘要

背景与目的: 腘动脉瘤(PAA)是最常见的外周动脉瘤, 可因血栓形成或远端栓塞导致急性肢体缺血, 严重时危及患肢存活。目前国内关于PAA临床特点及治疗结局的单中心研究仍较少。本研究回顾性分析PAA患者的临床资料, 总结其临床特征、治疗策略及远期疗效。

方法: 回顾性分析2018年1月—2024年12月中南大学湘雅二医院血管外科收治并接受手术治疗的PAA患者资料。收集患者基线特征、手术方式、围手术期并发症及随访资料。采用Kaplan-Meier法评估术后保肢率、一期通畅率及二期通畅率, 并比较大隐静脉移植与人工血管移植患者的一期通畅率。

结果: 共纳入26例患者, 治疗30条患肢, 其中男性18例(69.2%), 平均年龄(59.2 ± 14.2)岁。6例(23.1%)为双侧病变, 6例(23.1%)合并主动脉或髂动脉瘤。真性动脉瘤24条(80.0%), 假性动脉瘤6条(20.0%)。开放手术28条(93.3%), 腔内修复2条(6.7%)。开放手术包括瘤体切除联合人工血管移植16条(53.3%)、大隐静脉移植6条(20.0%)、端端吻合5条(16.7%)及动脉修补1条(3.3%)。术后30 d并发症发生率为10.0%, 无围手术期死亡。中位随访时间60.0(19.5~81.3)个月。术后6个月、1年及3年保肢率均为100.0%, 5年保肢率为93.8%; 一期通畅率分别为92.8%、92.8%、92.8%和86.7%; 二期通畅率分别为96.2%、96.2%、96.2%和89.3%。大隐静脉移植组6年一期通畅率为100.0%, 人工血管移植组为53.1%, 差异无统计学意义($P=0.208$)。

结论: PAA患者具有较高的双侧病变及主动脉相关动脉瘤共患率, 诊疗过程中应重视全身动脉系统筛查。开放手术安全有效, 自体大隐静脉在条件允许时应作为优选移植物。腔内修复可作为特定患者的替代方案, 但其长期疗效仍需进一步验证。

关键词

动脉瘤; 腘动脉; 大隐静脉移植; 人工血管移植

中图分类号: R654.3

Clinical characteristics, treatment strategies, and long-term outcomes of popliteal artery aneurysms: a single-center retrospective study of 26 patients

ZHANG Xiong^{1,2}, LI Ming^{1,2}, YANG Chenzi^{1,2}, HE Hao^{1,2}, SHU Chang^{1,2,3}

(1. Department of Vascular Surgery, the Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410011, China; 2. Institute of

基金项目: 重点国际(地区)合作研究基金资助项目(82120108005); 湖南省自然科学基金资助项目(2023JJ30756)。

收稿日期: 2025-08-28; **修订日期:** 2026-01-05。

作者简介: 张雄, 中南大学湘雅二医院博士研究生, 主要从事外周血管及主动脉疾病方面的研究。

通信作者: 舒畅, Email: shuchang@csu.edu.cn; 何昊, Email: hehao6868@csu.edu.cn

Vascular Disease, Central South University, Changsha 410011, China; 3. Department of Vascular Surgery, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100037, China)

Abstract

Background and Aims: Popliteal artery aneurysm (PAA) is the most common peripheral arterial aneurysm and may result in acute limb ischemia due to thrombosis or distal embolization. Evidence regarding the clinical characteristics and long-term outcomes of PAA in Chinese populations remains limited. This study aimed to evaluate the clinical features, treatment strategies, and long-term outcomes of surgically treated PAA patients at a single center.

Methods: Patients with PAA who underwent surgical treatment at the Department of Vascular Surgery, the Second Xiangya Hospital of Central South University between January 2018 and December 2024 were retrospectively reviewed. Baseline characteristics, operative details, perioperative outcomes, and follow-up data were collected. Limb salvage, primary patency, and secondary patency were estimated using Kaplan-Meier analysis. Primary patency was further compared between great saphenous vein grafts and prosthetic grafts.

Results: A total of 26 patients involving 30 limbs were included. The cohort comprised 18 men (69.2%) with a mean age of (59.2±14.2) years. Bilateral lesions were identified in 6 patients (23.1%), and concomitant aortic or iliac aneurysms were present in 6 patients (23.1%). Twenty-four limbs (80.0%) had true aneurysms, and six (20.0%) had pseudoaneurysms. Open surgical repair was performed in 28 limbs (93.3%), whereas endovascular repair was performed in 2 limbs (6.7%). Open procedures included prosthetic graft reconstruction in 16 limbs (53.3%), great saphenous vein grafting in 6 (20.0%), end-to-end anastomosis in 5 (16.7%), and arterial repair in 1 (3.3%). The 30-day complication rate was 10.0%, and no perioperative deaths occurred. The median follow-up duration was 60.0 (19.5–81.3) months. Limb salvage rates were 100.0% at 6 months, 1 year, and 3 years, and 93.8% at 5 years. Primary patency rates were 92.8%, 92.8%, 92.8%, and 86.7%, while secondary patency rates were 96.2%, 96.2%, 96.2%, and 89.3%, respectively. The 6-year primary patency rate was 100.0% in the great saphenous vein group and 53.1% in the prosthetic graft group, without a statistically significant difference ($P=0.208$).

Conclusion: Patients with PAA demonstrate a substantial prevalence of bilateral disease and concomitant aortic aneurysmal disease, highlighting the importance of comprehensive vascular screening. Open repair remains safe and effective, and autologous great saphenous vein grafts should be preferred whenever feasible. Endovascular repair may serve as an alternative option in selected patients, although further studies are required to clarify its long-term durability.

Key words

Aneurysm; Popliteal Artery; Great Saphenous Vein Graft; Prosthetic Graft

CLC number: R654.3

腘动脉瘤 (popliteal artery aneurysm, PAA) 是指腘动脉的直径>2 cm或扩张至正常直径的1.5倍^[1],按病理形态可分为真性动脉瘤或假性动脉瘤,目前缺乏全面准确的流行病学数据,有研究^[2]显示,在65~80岁的男性群体中,PAA的患病率为1%。虽然大多数真性PAA是无症状的,但是瘤腔内血栓脱落等原因可导致肢体栓塞,研究^[3]显示,合并肢体缺血症状的PAA中,早期截肢率可达14%。尽管腔内技术在部分患者中已得到应用^[4-6],但开

放手术仍是PAA的主要治疗方式,因此持续积累和总结其诊治经验仍具有重要意义。

尽管近年来开放手术与腔内修复技术均取得进展,但我国关于PAA临床特征、治疗选择及远期疗效的研究仍较少,尤其缺乏具有长期随访数据的单中心研究。因此,本研究回顾性分析本中心PAA患者的临床资料,总结其临床特点、治疗策略及随访结果,并探讨不同重建方式的临床效果,以期为PAA的规范化诊疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2018年1月—2024年12月就诊于中南大学湘雅二医院血管外科且接受手术治疗的PAA患者资料,所有患者均经彩色多普勒超声、CTA明确诊断,并进行手术方案的制定。本研究方案经中南大学湘雅二医院伦理委员会批准(批号:2025-K0955)。

1.2 诊疗方法

本中心PAA的手术指征主要参照2022年《美国血管外科学会(SVS)临床实践指南》^[7],具体包括:(1)无症状性PAA,最大直径 ≥ 20 mm;(2)无论直径大小,若动脉瘤腔内存在附壁血栓,并引起相关肢体缺血症状(如静息痛、溃疡)或影像学证据提示远端流出道因栓塞性病变而受损;(3)假性动脉瘤。排除标准包括:(1)无法耐受全身麻醉或手术的重度心、肺、肝、肾功能不全患者;(2)预期寿命较短的终末期疾病患者;(3)拒绝手术治疗的患者。

手术方法分为腔内手术及开放手术,其中开放手术包括瘤体切除联合血管移植及单纯瘤体切除术。(1)腘动脉覆膜支架植入术:对于具备良好近端及远端健康锚定区,且因合并症较多或全身状况欠佳而难以耐受开放手术的患者可考虑腔内修复。通常选择同侧或对侧股动脉作为入路,穿刺成功后常规应用肝素抗凝,并行患侧下肢动脉造影,以明确瘤体近端流入血流情况、累及范围、锚定区位置及远端血流通畅性。当合并下肢其他部位存在严重狭窄病变时,可同期行腔内干预处理。支架多选用Viabahn覆膜支架(美国Gore公司生产),支架直径通常大于锚定区血管内径约10.0%。支架释放后,在锚定区处行适度球囊后扩张,以确保与血管壁紧密贴合、血流通畅。(2)动脉瘤切除+自体大隐静脉/人工血管原位移植术:患者取俯卧位,于患侧腘窝行“S”形切口,逐层解剖,注意保护腘静脉。充分游离PAA近端、远端后,静脉给予肝素抗凝,阻断腘动脉近端及远端。切开瘤体,清除瘤腔内血栓,对分支动脉行缝扎以止血。随后根据管腔直径选择合适的移植材料:若大隐静脉直径合适且易于获取,优先选用其游离后倒置作为移植物;若条件不符,则选用人工血管。行腘动脉搭桥术,依次松开阻断钳,

确认吻合口通畅及腘动脉搏动良好,彻底止血,并于切口处放置引流管。当瘤体近端累及范围较广时,可改行股浅动脉-腘动脉搭桥术,显露股浅动脉时需注意保护坐骨神经,吻合方式为股动脉远端至腘动脉。若瘤体远端累及范围较广,则应显露至胫腓干动脉,将其作为远端搭桥吻合口。(3)动脉瘤切除+腘动脉吻合术:如上述步骤所述,解剖显露PAA并切除瘤体,清除腔内血栓,缝扎分支动脉。PAA切除后在生理屈膝位(约30°)下评估血管长度与张力,若近、远端腘动脉残端间距较近,在自然屈伸位下缺损长度一般不超过2 cm,血管张力较小且对位良好,可直接行腘动脉端端吻合。吻合时采用间断或连续血管缝合,缝线间距均匀及吻合口无狭窄或扭曲。吻合完成后,依次松开阻断钳,检查远端血流恢复及腘动脉搏动,确认吻合口无渗漏并彻底止血。术后应将患肢膝关节固定于屈曲约30°位,以减轻吻合口张力。固定方法可采用支具或石膏托制动,固定时间一般为7~10 d。固定期间应密切观察肢体血运情况,固定结束后在保护下逐步恢复膝关节活动,避免早期过度屈伸导致吻合口牵拉。若为假性动脉瘤,在阻断血流后应仔细评估腘动脉及破口情况。若腘动脉结构完整、无明显挫伤或缺损,可行破口直接修补术。若腘动脉损伤范围较大或血管壁质地明显水肿或缺血,难以直接修补时,则需按照上述步骤行大隐静脉或人工血管移植重建,以确保血流通畅。

技术成功定义为动脉瘤切除/隔绝后,腘动脉管腔通畅,且血流直接进入至少1条膝下动脉。一期通畅率定义为在随访期间,未经任何再次干预条件下的无移植物再狭窄的证据,即基于超声检查,收缩期峰值流速比 ≥ 2.5 或CTA提示腘动脉狭窄 $>50\%$ 。二期通畅是指移植物完全闭塞后通过重复干预保持移植物通畅。截肢事件是指目标病变同侧踝关节以上部位的任何截肢^[8-9]。

1.3 术后处理及随访

术后评估出血风险,若无明显禁忌,术后常规双抗血小板治疗(阿司匹林100 mg/d+氯吡格雷75 mg/d)至少3个月,随后终身单抗血小板治疗(阿司匹林100 mg/d)。所有患者术后1周或出院前接受CTA检查,随后在出院后第6个月和第12个月,以及之后每年进行CT/超声复诊和电话随访。

1.4 统计学处理

所有数据采用 SPSS 25.0 统计软件进行分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 不符合正态分布的计量资料采用中位数 (四分位间距) [M (IQR)] 表示, 计数资料以例数 (百分比) [n (%)] 表示。保肢率、一期通畅率和二期通畅率采用 Kaplan-Meier 法估算, 并绘制生存曲线。不同移植物 (大隐静脉移植组 vs. 人工血管移植组) 一期通畅率的比较采用 Log-rank 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基线资料

在研究期间内, 共有 31 例患者因 PAA 入住中南大学湘雅二医院血管外科, 其中 2 例患者未达到手术指征 (动脉瘤直径分别为 16 mm 和 17 mm), 3 例患者达到手术指征因拒绝手术选择保守治疗被排除, 最终共纳入 26 例患者。其中 6 例 (23.1%) 为双侧病变, 4 例先后接受双侧腘动脉手术, 共治疗 30 条下肢。26 例患者中, 男性 18 例 (69.2%), 平均年龄为 (59.2 ± 14.2) 岁。高血压 (57.7%) 和外周动脉硬化 (38.5%) 为主要合并症。38.5% 的患者当前或既往有吸烟史。病变部位方面, 单侧病变 20 例 (左侧 12 例, 右侧 8 例), 双侧病变 6 例 (23.1%)。此外, 6 例患者 (23.1%) 合并主动脉或髂动脉瘤。在 30 条接受手术治疗的下肢中, 23 条 (76.7%) 表现为疼痛。根据患肢的 Rutherford 临床分级, 其中: II 级 (轻度跛行) 6 条 (占疼痛肢体的 26.1%), III 级 (中重度跛行) 14 条 (占疼痛肢体的 60.9%), IV 级 (静息痛) 3 条 (占疼痛肢体的 13.0%), 其余症状包括无明显症状 3 例 (10.0%)、搏动性包块 4 例 (13.3%)。患者的一般资料见表 1。

2.2 围手术期情况

30 条患肢中, 经影像学及术中探查证实其中真性动脉瘤 24 条 (80.0%), 假性动脉瘤 6 条 (20.0%)。动脉瘤平均最大直径为 (27.5 ± 4.7) mm, 其中 18 条瘤腔内可见附壁血栓。6 例假性动脉瘤中, 病因包括外伤性 1 例 (16.7%), 医源性损伤

(膝关节镜术后) 2 例 (33.3%), 自发性破裂 (考虑与基础动脉粥样硬化相关) 3 例 (50.0%)。2 条下肢行腘动脉覆膜支架植入术, 其余肢体均接受开放手术, 具体手术方式包括: 瘤体切除+腘动脉修补 1 例 (3.3%)、瘤体切除+腘动脉端端吻合 5 例 (16.7%)、瘤体切除+大隐静脉移植 6 例 (20.0%)、瘤体切除+人工血管移植 16 例 (53.3%)。在 30 条手术肢体中, 8 条 (26.7%) 同期行下肢动脉取栓或球囊扩张成形术。28 条接受开放手术的肢体均采用后侧入路。所有患者的平均手术时间为 (3.8 ± 1.9) h。此外, 研究中有 6 例患者 (占 23.1%) 合并主动脉或髂动脉瘤。其中 1 例患者合并胸主动脉及腹主动脉瘤, 先后接受了胸主动脉瘤和腹主动脉瘤的腔内隔绝术, 病情稳定后, 患者随即接受了双侧 PAA 切除及人工血管移植术。另 1 例患者合并腹主动脉瘤, 首先接受了腹主动脉瘤腔内隔绝术, 病情稳定后行 PAA 切除及人工血管移植术 (图 1)。其余 4 例患者分别为 2 例合并腹主动脉瘤、2 例合并髂动脉瘤, 因未达到手术指征, 选择保守治疗。住院时间中位数为 19 (13.5~23) d。术后 30 d 内共发生 3 例与腘动脉靶目标相关的并发症, 包括 1 例吻合口狭窄和 2 例伤口感染, 未出现深静脉血栓、肺栓塞或出血等其他并发症。1 例 52 岁男性患者因右侧腘动脉真性动脉瘤接受瘤体切除+端端吻合术, 术中吻合后无明显张力, 术后 11 d 突发右下肢皮温降低, 造影证实腘动脉吻合口近端存在约 80% 狭窄, 行球囊扩张后好转, 后期恢复顺利。另外 2 例伤口感染患者均因腘动脉真性动脉瘤接受了瘤体切除+大隐静脉移植术, 术后伤口愈合不佳, 分别于术后 17 d 及 12 d 接受了清创缝合, 后期随访过程中伤口愈合顺利。术前合并缺血症状的 23 条肢体中, 术后 22 条下肢缺血较前改善, 其中 1 例 60 岁男性患者因真性动脉瘤合并左下肢间歇性跛行 6 个月, 接受了 PAA 切除及动脉端端吻合术。然而, 由于膝下动脉存在多发性严重狭窄及闭塞, 术后该患者的缺血症状未见明显改善。无术后 30 d 死亡事件发生。30 条接受手术治疗患肢的围手术期资料见表 2。

表1 26例患者的一般资料

Table 1 Baseline characteristics of the 26 patients

变量	数值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.2±14.2
男性[n(%)]	18(69.2)
合并症[n(%)]	
高血压	15(57.7)
糖尿病	3(11.5)
冠心病	4(15.4)
卒中史	2(7.7)
外伤史	1(3.8)
外周动脉硬化	10(38.5)
当前或既往吸烟史[n(%)]	10(38.5)
病变部位[n(%)]	
左侧病变	12(46.2)
右侧病变	8(30.8)
双侧病变	6(23.1)
合并主动脉/髂动脉瘤[n(%)]	6(23.1)

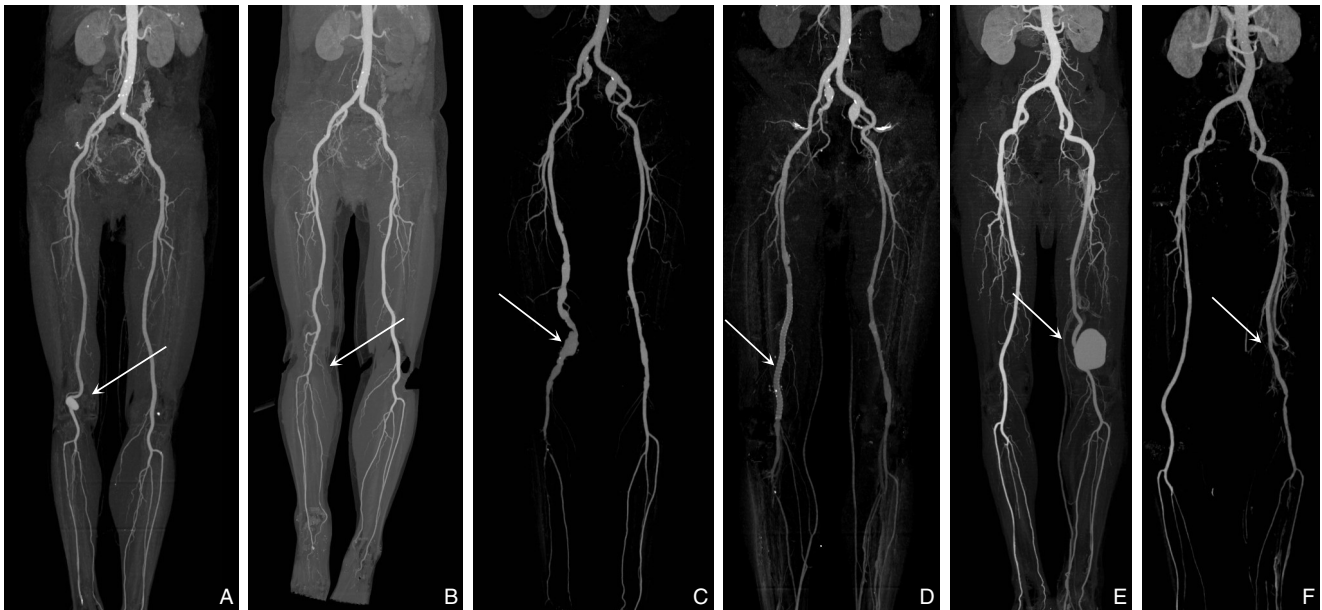


图1 典型病例手术前后影像学资料 A-B: 49岁女性, 诊断为右侧腘动脉真性动脉瘤, 行PAA切除及腘动脉端端吻合术, 术后2年复查CT显示结果满意; C-D: 59岁男性, 因右侧腘动脉真性动脉瘤行瘤体切除及人工血管搭桥术, 术后1年CT显示人工血管通畅; E-F: 66岁男性, 因左侧腘动脉假性动脉瘤行瘤体切除及大隐静脉搭桥术, 术后3年复查CT显示管腔通畅, 结果稳定

Figure 1 Representative preoperative and postoperative imaging findings A-B: A 49-year-old woman with a true right popliteal artery aneurysm underwent aneurysm resection and end-to-end anastomosis, and CT at 2-year follow-up showed satisfactory results; C-D: A 59-year-old man with a true right popliteal artery aneurysm underwent aneurysm resection and prosthetic graft bypass, and CT at 1-year follow-up demonstrated graft patency; E-F: A 66-year-old man with a left popliteal artery pseudoaneurysm underwent aneurysm resection and great saphenous vein bypass grafting, and CT at 3-year follow-up showed a patent lumen and durable reconstruction

表2 手术治疗的30条患肢围手术期资料

Table 2 Perioperative characteristics and outcomes of the 30 treated limbs

变量	数值
病变类型[n(%)]	
真性动脉瘤	24(80.0)
假性动脉瘤	6(20.0)
手术方式[n(%)]	
腔内手术(腘动脉支架)	2(6.7)
开放手术	28(93.3)
瘤体切除+腘动脉修补	1(3.3)
瘤体切除+腘动脉吻合	5(16.7)
瘤体切除+大隐静脉移植	6(20.0)
瘤体切除+人工血管移植	16(53.3)
平均手术时间(h, $\bar{x} \pm s$)	3.8±1.9
住院时间[d, $M(IQR)$]	19(13.5~23)
术后30 d并发症[n(%)]	
腘动脉狭窄	1(3.3)
伤口感染	2(6.7)

2.3 随访情况

所有患者均接受了电话或门诊随访，随访成功率为 100.0%，中位数随访时间为 60.0（19.5~81.3）个月。25/30 条肢体获得至少 1 年时间影像学随访，成功率为 83.3%。所有患者影像学随访时间中位数为 51.0（17~70）个月。随访过程中 2 例患者死亡，其中 1 例 80 岁男性，接受右侧腘动脉真性动脉瘤切除+人工血管移植手术，术后恢复顺利出院，未出现下肢缺血或疼痛症状，术后 2 个月因不明原因死亡，未进一步明确死亡病因。另 1 例为 71 岁男性，为双侧腘动脉病变，首次手术行右侧 PAA 切除+人工血管移植，术后 4 年，因左下肢疼痛行左侧 PAA 切除+人工血管移植，患者右侧 PAA 手术后 6 年出现右侧足趾坏死，因心脏问题无法再次耐受手术并于首次手术后 7 年因急性心肌梗死死亡。1 例 69 岁女性患者，因左下肢腘动脉真性动脉瘤接受 PAA 切除及人工血管移植术。术前评估提示患肢缺血，踝肱指数（ankle brachial index, ABI）为 0.65，流出道评分为 3.5。患者术后恢复尚可，但于术后第 4 年因吻合口假性动脉瘤接受了覆膜支架植入术。术后长期口服阿司匹林（100 mg/d）进行抗血小板治疗。然而，术后第 5 年，因远端流出道病变进行性加重，患者再发下肢严重缺血，最终于外院接受了截肢手术。其余患者随访过程中无明显下肢缺血表现。

采用 Kaplan-Meier 生存分析法对术后保肢率及

血管通畅率进行评估。结果显示，保肢率在术后 6 个月、1 年及 3 年时均为 100.0%，5 年时为 93.8%。一期通畅率在术后 6 个月、1 年及 3 年时均为 92.8%，5 年时为 86.7%；二期通畅率在术后 6 个月、1 年及 3 年时均为 96.2%，5 年时为 89.3%。为进一步比较不同移植物对远期通畅率的影响，将接受血管重建的病例按移植物类型分为大隐静脉移植组与人工血管移植组。以一期通畅率为终点事件，Kaplan-Meier 分析结果大隐静脉组与人工血管组的 6 年一期通畅率分别为 100.0% 与 53.1%，Log-rank 检验显示两组差异无统计学意义（ $P=0.208$ ）（图 2）。

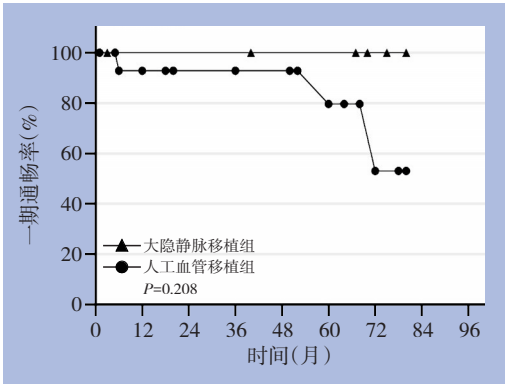


图2 两组血管移植患者术后一期通畅率的Kaplan-Meier生存曲线

Figure 2 Kaplan-Meier survival curves for primary patency rates in patients undergoing vascular transplantation

3 讨论

PAA 是最常见的外周动脉瘤，占有外周动脉瘤的 70%，发病人群中约有 95% 为男性患者^[10-12]。好发年龄为 60~70 岁人群^[1]。本研究中 69.2% 患者为男性，接受治疗时的平均年龄为（59.2±14.2）岁，整体与既往研究结果相当^[13]。其主要病因包括外伤、动脉粥样硬化、腘动脉压迫综合征^[14]、医源性损伤等^[15-16]。本研究中接受治疗的 6 例假性动脉瘤中，1 例为外伤导致，2 例考虑为医源性损伤（发病前行膝关节镜操作），另外 3 例无明显诱因，推测可能与动脉粥样硬化导致的动脉壁薄弱及瘤体破裂有关。本研究中假性动脉瘤占比相对较高，可能与本中心作为本地区较大诊疗中心、收治复杂及转诊病例较多有关。其中，2 例医源性假性 PAA 均发生于膝关节镜手术后。据 2025 年湖南省多中心研究^[15]报道，膝关节镜手术

后腠动脉损伤发生率为0.059%。尽管较为罕见,但提示我们在接诊腠窝区肿块或下肢缺血症状患者时,应详细询问相关手术史,警惕医源性腠动脉损伤可能,以早期诊断和干预,避免严重肢体并发症发生。

腹主动脉瘤与PAA紧密关联,其具有相似的发病机制和危险因素,越来越多的证据表明其具有较高的共同患病率。在Tuveson等^[17]的研究中,腹主动脉瘤中有19%的患者同时患有PAA(腠动脉直径 ≥ 12 mm)。Diwan等^[18]同样发现在男性腹主动脉瘤的患者中,股动脉/PAA的患病率可达14%。PAA患者合并其他部位动脉瘤的风险也会明显升高。在van Laarhoven等^[12]的分析中,共纳入16 353例至少诊断为1处动脉瘤的患者,结果发现16.9%的患者至少还有其他1处动脉瘤,而PAA患者合并其他部位动脉瘤的比例为25.4%,显著高于平均水平。2024年欧洲心脏病学会《外周动脉和主动脉疾病管理指南》中指出,在腹主动脉瘤患病人群中,推荐使用多普勒超声进行股PAA的筛查(IIa C)^[19-20]。

本研究为回顾性分析,研究期间本中心对确诊PAA患者常规行腹主动脉及双下肢动脉影像学评估(CTA),从而发现23.1%的患者合并主动脉或髂动脉瘤,但对腹主动脉瘤患者尚未常规行下肢PAA的超声筛查,研究期间会常规进行下肢动脉ABI检查,评估下肢整体动脉供血情况。在后续临床实践中,本中心已逐步完善双向筛查策略。在本研究纳入的病例中,有2例患者的主动脉病变已达到手术干预指征,均在完成主动脉病变手术后择期进行PAA手术。结合本中心的经验,建议在PAA病情稳定(即无破裂或肢体栓塞)的情况下,优先处理主动脉病变,特别是在合并主动脉瘤及大量附壁血栓的情况下。优先治疗主动脉病变不仅有助于提高手术的安全性,还能有效防止主动脉病变内血栓脱落而引发下肢肢体栓塞的风险。

既往研究^[10]显示,在PAA患者中,高达38%的患者可发生双侧PAA。在本研究的人群中,双侧PAA的患病率为23.1%,低于既往报道水平,可能与本研究中包括外伤或医源性原因导致腠动脉假性动脉瘤有关,这两类原因引起的多为单侧腠动脉损伤。基于上述证据和研究结果,推荐在PAA患者中进行腹主动脉瘤的筛查,并且在超声发现PAA时,应该积极进行对侧腠动脉的检查。

PAA的手术方式包括开放手术及腔内修复^[21]。《2022年美国血管外科学会关于PAA的临床实践指南》中指出,对于无症状且预期寿命超过5年的患者,如果有合适的大隐静脉可用,建议行开放修复;对于预期寿命缩短的患者,可以考虑腔内修复术(推荐等级2C)。部分假性动脉瘤患者可尝试直接吻合破口,当瘤体累及范围较小,当瘤体切除后近远端无明显张力时,可尝试进行端端吻合。当瘤体切除后需进行搭桥手术时,可供选择的搭桥血管材料包括大隐静脉、替代性自体静脉(小隐静脉、上肢静脉或拼接段),以及人工血管等。

在2010—2019年美国血管质量倡议-血管植入物监测与干预结局网络数据库(VISION)收录的接受择期手术的PAA患者数据中,腔内治疗的比例约为34.9%^[22]。其他Meta分析或单中心经验中,腔内治疗比例在18.7%~24.8%之间^[23-25]。本中心在治疗PAA方面以开放手术为主,在本研究中腔内治疗占比为6.7%,多数患者采取了开放手术,开放手术通常需要更大的切口及更复杂的围手术期管理,因此在一定程度上延长了住院时间,这也可解释本研究中患者平均住院时间相对较长的现象。此外,腔内修复在部分患者中仍受制于解剖条件、瘤体形态及远端流出道情况,限制了其应用比例。

依据本中心经验,在开放手术中如需使用血管材料,当可获得直径 >3 mm且无管腔狭窄或粘连的大隐静脉时,建议优先选用其作为搭桥血管材料。如果难以获得合适的大隐静脉,可选择其他替代血管,如膨体聚四氟乙烯(ePTFE)移植物,或者替代自体静脉。既往研究表明了大隐静脉相对于其他桥血管有更高的通畅率^[25-26],尤其是当远端吻合位置在腠动脉以远时^[27]。自体静脉与人工血管相比,在通畅性方面并没有明显的优势^[28]。本研究中共22条肢体接受了血管移植手术,其中使用大隐静脉为6条,使用人工血管为16条,随访过程中的足趾坏死和截肢各1例,均发生在人工血管组,大隐静脉移植组未发生患侧肢体的缺血症状。

对于外科手术风险较高以及解剖条件合适的患者,腔内治疗已经成为治疗PAA的重要方式之一^[29-32]。Beuschel等^[33]研究表明,与开放手术相比,腔内治疗30 d内闭塞率高,但具有住院时间短、伤口并发症少的优点,在远期通畅率和最长随访期病死率、截肢率方面二者无明显差异。Antonello

等^[34]在2005年发表了关于对比开放手术和腔内手术治疗PAA的前瞻性随机对照研究结果,腔内组和开放组分别纳入15例患者,结果提示开放组在12个月时的原发通畅率为100%,腔内组在12个月时的原发通畅率为86.7%,其辅助通畅率在12个月和36个月时均为100.0%,未发现明显统计学差异。但并非所有患者均适合接受腔内治疗,在进行腔内支架植入前应该仔细评估动脉瘤的解剖特征,至少需保证有>1 cm的锚定区,且至少存在1条流出道^[29,34]。由于本研究中腔内支架植入仅2例,故未对腔内治疗及开放手术的效果进行进一步比较。

本研究仍存在一定局限性。本研究为单中心回顾性研究,样本量相对较小,尤其是接受腔内治疗的病例数量有限,可能影响统计效能,难以对不同治疗方式进行充分的比较分析。未来仍需开展多中心、大样本、前瞻性研究,尤其是加强对腔内修复与开放手术长期疗效的比较,以进一步验证并优化PAA的治疗策略。

本研究提示,在PAA的检查与管理中,应重视其与主动脉搏的共患病情以及双侧PAA的发生率。开放手术尤其是经后侧入路切除重建,具有较好的安全性和有效性,自体大隐静脉可作为首选的血管移植材料。腔内修复术在特定人群中可作为可行的替代方案,但其长期疗效仍需更多大样本及前瞻性研究加以验证。

作者贡献声明:张雄、黎明、杨晨紫负责收集资料;张雄、何昊负责文章撰写和数据分析;何昊、舒畅负责文章设计和审核论文。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Dawson I, Sie RB, van Bockel JH. Atherosclerotic popliteal aneurysm: ATHEROSCLEROTIC POPLITEAL ANEURYSM[J]. Br J Surg, 1997, 84(3): 293-299. doi: 10.1046/j. 1365-2168.1997.02731.x.
- [2] Trickett JP, Scott RAP, Tilney HS. Screening and management of asymptomatic popliteal aneurysms[J]. J Med Screen, 2002, 9(2):92-93. doi:10.1136/jms.9.2.92.
- [3] Kropman RH, Schrijver AM, Kelder JC, et al. Clinical outcome of acute leg ischaemia due to thrombosed popliteal artery aneurysm: systematic review of 895 cases[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2010, 39(4):452-457. doi:10.1016/j.ejvs.2009.11.010.
- [4] Golcwehr B, Zeebregts CJ, Reijnen MMPJ, et al. Long-term outcome of endovascular popliteal artery aneurysm repair[J]. J Vasc Surg, 2018, 67(6):1797-1804. doi:10.1016/j.jvs.2017.09.040.
- [5] Golcwehr B, Tiellu IF, Verhoeven EL, et al. Clinical outcome of isolated popliteal artery aneurysms treated with a heparin-bonded stent graft[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 52(1):99-104. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.04.009.
- [6] Piazza M, Menegolo M, Ferrari A, et al. Long-term outcomes and sac volume shrinkage after endovascular popliteal artery aneurysm repair[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2014, 48(2): 161-168. doi: 10.1016/j.ejvs.2014.04.011.
- [7] Farber A, Angle N, Avgerinos E, et al. The Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines on popliteal artery aneurysms[J]. J Vasc Surg, 2022, 75(1):109S-120S. doi: 10.1016/j.jvs.2021.04.040.
- [8] Bertagna G, Scarati V, Troisi N, et al. Contemporary management of popliteal artery aneurysms: a comprehensive review[J]. Medicina (Kaunas), 2025, 61(11): 2026. doi: 10.3390/medicina61112026.
- [9] Troisi N, Bertagna G, Saratzis A, et al. Elective surgical repair of popliteal artery aneurysms with posterior approach vs. endovascular exclusion: early and long term outcomes of multicentre PARADE study[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2025, 69(1):110-117. doi:10.1016/j.ejvs.2024.08.011.
- [10] Tsilimparis N, Dayama A, Ricotta JJ 2ND. Open and endovascular repair of popliteal artery aneurysms: tabular review of the literature[J]. Ann Vasc Surg, 2013, 27(2):259-265. doi: 10.1016/j.avsg.2012.01.007.
- [11] Whitehouse WM Jr, Wakefield TW, Graham LM, et al. Limb-threatening potential of arteriosclerotic popliteal artery aneurysms[J]. Surgery, 1983, 93(5):694-699.
- [12] van Laarhoven CJHCM, Jorritsma NKN, Balderston J, et al. Systematic review of the co-prevalence of arterial aneurysms within the vasculature[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 61(3): 473-483. doi:10.1016/j.ejvs.2020.10.002.
- [13] 刘硕,陈忠,王盛,等. 腘动脉瘤外科及腔内治疗19例报告[J]. 中国实用外科杂志, 2022, 42(9): 1031-1035. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.09.17.
- [14] Liu S, Chen Z, Wang S, et al. Analysis of clinical diagnosis and treatment of popliteal aneurysm surgery and endovascular treatment[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2022, 42(9): 1031-1035. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.09.17.
- [15] Kim HJ, Huh S, Kim HK. Popliteal artery entrapment syndrome presented with popliteal artery pseudoaneurysm: a case report[J]. Vasc Specialist Int, 2023, 39:1. doi:10.5758/vsi.230077.
- [15] Xu Z, Jiang K, Chen Y, et al. Popliteal artery injury after

- arthroscopic knee surgery: a retrospective multicenter cohort study[J]. *Orthop Surg*, 2025, 17(3):822–830. doi:10.1111/os.14334.
- [16] Nazari I, Zargar MA, Nazari A, et al. Iatrogenic popliteal artery pseudoaneurysm: a case report[J]. *Int J Surg Case Rep*, 2024, 122: 109988. doi:10.1016/j.ijscr.2024.109988.
- [17] Tuveson V, Löfdahl HE, Hultgren R. Patients with abdominal aortic aneurysm have a high prevalence of popliteal artery aneurysms[J]. *Vasc Med*, 2016, 21(4):369–375. doi:10.1177/1358863x16648404.
- [18] Diwan A, Sarkar R, Stanley JC, et al. Incidence of femoral and popliteal artery aneurysms in patients with abdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2000, 31(5): 863–869. doi: 10.1067/mva.2000.105955.
- [19] Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases[J]. *Eur Heart J*, 2024, 45(36): 3538–3700. doi: 10.1093/eurheartj/ehae179.
- [20] 张雄, 何昊, 黎明, 等. 2024版欧洲心脏病学会《外周动脉和主动脉疾病管理指南》解读[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(12): 1941–1949. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2024.12.001.
- Zhang X, He H, Li M, et al. Interpretation of the 2024 European Society of Cardiology (ESC) Guidelines on the Management of Peripheral Arterial and Aortic Diseases[J]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(12):1941–1949. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2024.12.001.
- [21] 舒畅, 杨晨紫, 李全明, 等. 腘动脉瘤的外科治疗[J]. *中国普通外科杂志*, 2011, 20(6): 571–574. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.2011.06.004.
- Shu C, Yang CZ, Li QM, et al. Surgical treatment of popliteal artery aneurysms[J]. *China Journal of General Surgery*, 2011, 20(6): 571–574. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2011.06.004.
- [22] Satam K, Brahmandam A, Zheng X, et al. Long-term outcomes of elective endovascular vs open repair of popliteal artery aneurysms in the VISION database[J]. *J Vasc Surg*, 2025, 81(3):672–681. doi: 10.1016/j.jvs.2024.10.026.
- [23] Leake AE, Segal MA, Chaer RA, et al. Meta-analysis of open and endovascular repair of popliteal artery aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2017, 65(1):246–256. doi:10.1016/j.jvs.2016.09.029.
- [24] Naazie IN, Khan MA, Das Gupta J, et al. Open repair versus endovascular repair in the treatment of symptomatic popliteal artery aneurysms[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 86:77–84. doi:10.1016/j.avsg.2022.06.096.
- [25] Serrano Hernando FJ, Martínez López I, Hernández Mateo MM, et al. Comparison of popliteal artery aneurysm therapies[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 61(3):655–661. doi:10.1016/j.jvs.2014.10.007.
- [26] Troisi N, Bertagna G, Andreini M, et al. Great saphenous vein versus expanded polytetrafluoroethylene graft in patients undergoing elective treatment of popliteal artery aneurysm with a posterior approach[J]. *J Vasc Surg*, 2025, 82(3): 845–853. doi: 10.1016/j.jvs.2025.04.011.
- [27] Chang H, Veith FJ, Rockman CB, et al. Comparison of outcomes for open popliteal artery aneurysm repair using vein and prosthetic conduits[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 75: 69–78. doi: 10.1016/j.avsg.2021.02.015.
- [28] Avgerinos ED, Sachdev U, Naddaf A, et al. Autologous alternative veins may not provide better outcomes than prosthetic conduits for below-knee bypass when great saphenous vein is unavailable[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 62(2):385–391. doi:10.1016/j.jvs.2015.03.025.
- [29] 洪诗钗, 周旻, 卢伟锋, 等. 腘动脉瘤开放手术与腔内修复术的对比研究[J]. *中国普通外科杂志*, 2018, 27(6):705–711. doi:10.3978/j.issn.1005–6947.2018.06.008.
- Hong SC, Zhou M, Lu WF, et al. Open surgery versus endovascular repair for popliteal artery aneurysm: a comparative study[J]. *China Journal of General Surgery*, 2018, 27(6): 705–711. doi: 10.3978/j.issn.1005–6947.2018.06.008.
- [30] Ning J, Ma W, Oriowo B, et al. Outcomes of popliteal stent-graft placement at the artery hinge point for popliteal artery aneurysm[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 84:270–278. doi:10.1016/j.avsg.2022.01.015.
- [31] Trinidad-Hernandez M, Ricotta JJ 2ND, Gloviczki P, et al. Results of elective and emergency endovascular repairs of popliteal artery aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2013, 57(5): 1299–1305. doi: 10.1016/j.jvs.2012.10.112.
- [32] Elliott JE, Jenkins J. Management of a large ruptured popliteal artery aneurysm involving combined deployment of a covered stent graft and evacuation of popliteal Fossa hematoma[J]. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*, 2020, 6(1): 27–30. doi: 10.1016/j.jvscit.2019.12.001.
- [33] Beuschel B, Nayfeh T, Kunbaz A, et al. A systematic review and meta-analysis of treatment and natural history of popliteal artery aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(S1):121S–125S. doi:10.1016/j.jvs.2021.05.023.
- [34] Antonello M, Frigatti P, Battocchio P, et al. Open repair versus endovascular treatment for asymptomatic popliteal artery aneurysm: Results of a prospective randomized study[J]. *J Vasc Surg*, 2005, 42(2):185–193. doi:10.1016/j.jvs.2005.04.049.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式:张雄,黎明,杨晨紫,等. 腘动脉瘤的临床特征、治疗策略及远期疗效的单中心26例回顾性分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2026, 35(6):1139–1147. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.250484

Cite this article as: Zhang X, Li M, Yang CZ, et al. Clinical characteristics, treatment strategies, and long-term outcomes of popliteal artery aneurysms: a single-center retrospective study of 26 patients[J]. *Chin J Gen Surg*, 2026, 35(6):1139–1147. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.250484