



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250305  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250305  
China Journal of General Surgery, 2025, 34(12):2696-2701.

· 文献综述 ·

## 病理性穿通支静脉的诊治进展

梁雨萌<sup>1</sup>, 唐明珺<sup>2</sup>, 邹伟璞<sup>3</sup>, 朱越锋<sup>4</sup>

(1. 贵州省六盘水市第二人民医院 普通外科, 贵州 六盘水 553402; 2. 甘肃中医药大学公共卫生学院 数学与卫生统计学教研室, 甘肃 兰州 730000; 浙江大学医学院附属邵逸夫医院 3. 超声医学科 4. 血管外科中心, 浙江 杭州 310020)

### 摘要

穿通支静脉连接下肢深、浅静脉系统, 在维持浅静脉向深静脉单向回流中发挥重要作用。当穿通支静脉瓣膜功能不全时, 可导致深静脉向浅静脉反流, 引起浅静脉高压, 进而诱发静脉曲张、皮肤色素沉着、湿疹及静脉性溃疡等一系列慢性静脉疾病表现。研究表明, 病理性穿通支静脉 (PPV) 与下肢静脉性溃疡的发生和愈合密切相关, 也是静脉曲张术后复发的重要因素之一。然而, 对于多数以浅静脉反流为主的静脉曲张患者, 同期干预穿通支静脉是否能够带来额外获益, 仍存在争议。近年来, 影像学诊断及微创治疗手段的不断发展, 使PPV的识别和治疗策略逐渐多样化。本文围绕PPV的生理与病理机制、解剖学特点、诊断及治疗进展进行综述, 旨在为临床合理评估和个体化治疗提供参考。

### 关键词

静脉功能不全; 血管外科手术; 消融技术; 综述  
中图分类号: R654.3

## Advances in diagnosis and treatment of pathologic perforating veins

LIANG Yumeng<sup>1</sup>, TANG Mingjun<sup>2</sup>, ZOU Weipu<sup>3</sup>, ZHU Yuefeng<sup>4</sup>

(1. Department of General Surgery, the Second People's Hospital of Liupanshui, Liupanshui, Guizhou 553402, China; 2. Department of Mathematics and Health Statistics, School of Public Health, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000 China; 3. Department of Ultrasound in Medicine 4. Department of Vascular Surgery, Sir Run Run Shaw Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310020, China)

### Abstract

Perforating veins connect the deep and superficial venous systems of the lower extremities and play a crucial role in maintaining unidirectional blood flow from the superficial to the deep veins. Incompetence of perforating vein valves may result in reflux from the deep to the superficial venous system, leading to elevated superficial venous pressure and subsequent pathological changes, including varicose veins, skin pigmentation, dermatitis, and venous ulcers. Accumulating evidence suggests that pathological perforating veins (PPVs) are closely associated with the development and delayed healing of lower extremity venous ulcers and represent an important contributor to postoperative recurrence of varicose veins. However, whether routine concomitant treatment of perforating veins provides additional clinical benefits in patients primarily treated for superficial venous reflux remains controversial. With advances in imaging techniques and minimally invasive therapies, diagnostic accuracy and treatment

收稿日期: 2025-05-30; 修订日期: 2025-10-13。

作者简介: 梁雨萌, 贵州省六盘水市第二人民医院主治医师, 主要从事血管外科方面的研究。

通信作者: 朱越锋, Email: srshzy@zju.edu.cn

options for PPVs have expanded substantially. This review summarizes the current understanding of the pathophysiology, anatomical characteristics, diagnostic approaches, and therapeutic advances in PPVs, aiming to provide clearer guidance for clinical decision-making and individualized management.

**Key words**

Venous Insufficiency; Vascular Surgical Procedures; Ablation Techniques; Review

**CLC number:** R654.3

病理性穿通支静脉 (pathologic perforating veins, PPV) 是下肢慢性静脉疾病中的一种, 通常表现为静脉瓣膜功能不全, 导致静脉血液反流和局部静脉压增高, 从而引发一系列临床症状, 如下肢水肿、皮肤色素沉着、静脉曲张以及静脉溃疡等<sup>[1]</sup>。PPV 的发生机制涉及多种因素, 包括遗传、炎症反应、静脉壁结构异常和血流动力学改变等<sup>[2]</sup>。近年来, 影像学技术和微创治疗技术的发展显著改进了 PPV 的诊断和治疗手段。诊断主要依靠影像学检查, 特别是多普勒超声检查, 可精确评估静脉血流动力学和瓣膜功能。计算机断层静脉造影 (computed tomography venography, CTV) 和 MRI 用于复杂病例进一步明确病变范围和评估效果。治疗方面, 除传统开放手术 (如大隐静脉高位结扎剥脱术) 外, 微创技术如射频消融 (radiofrequency ablation, RFA)、激光消融 (endovenous laser ablation, EVLA)、高强度聚焦超声波 (high-intensity focused ultrasound, HIFU) 等热消融技术, 以及泡沫硬化剂注射、机械化学消融、氰基丙烯酸酯黏合剂闭合术等非热消融技术提供了更多选择<sup>[1]</sup>。

## 1 正常穿通支静脉的生理机制与解剖

穿通支静脉连接下肢浅静脉系统和深静脉系统。浅静脉系统包括大隐静脉和小隐静脉等, 深静脉系统由胫后静脉、腓静脉和股静脉等组成<sup>[3]</sup>。穿通支静脉穿越筋膜, 将浅静脉血液引流至深静脉系统。交通支静脉是同一筋膜层内的连接静脉<sup>[4]</sup>。正常穿通支静脉内的双叶瓣膜结构确保血液单向流动 (浅静脉→深静脉)<sup>[5]</sup>。重要临床解剖位置包括小腿内侧的 Cockett 穿通支 (踝上 7~9 cm 及 10~12 cm) 和 Boyd 穿通支 (膝下)<sup>[3]</sup>。

## 2 异常的穿通支静脉

功能不全穿通支静脉 (incompetent perforating

vein, IPV) 通常由静脉瓣膜受损或功能异常引起, 导致深静脉→浅静脉反流, 静脉压升高<sup>[4]</sup>。PPV 与 IPV 在病理机制和临床表现上有区别: IPV 指瓣膜功能异常导致反流, 不一定有实质性破坏; PPV 则不仅功能异常, 还涉及静脉壁结构的显著异常和不可逆改变 (如静脉扩张、曲张, 胶原/弹性纤维退化)<sup>[6]</sup>, 瓣膜功能完全丧失, 常表现为严重静脉曲张、慢性溃疡和色素沉着<sup>[4,6]</sup>。有相关研究表明病情越重, 穿通支静脉功能不全的比例越高, 功能不全的穿通支静脉表现为管径增大、反流时间延长、流速和流量升高, 且与皮肤色素沉着、溃疡等并发症发生密切相关<sup>[7-8]</sup>, 但往往需要治疗的是 PPV, 单纯的 IPV 有功能恢复的可能性。该项研究处理穿通支静脉治疗静脉性溃疡的疗效评估, 证明了其治疗穿通支静脉的重要性<sup>[9]</sup>。

## 3 PPV 相关辅助检查及诊断标准

### 3.1 双功超声 (duplex ultrasound, DUS)

指南<sup>[10-11]</sup>推荐的首选检查, 优势包括无创、高效、经济、可重复性强。可清晰显示位置、数量、直径、反流时间, 动态观察血流方向。采用小腿挤压松弛试验或 Parana 试验判断反流 (深静脉→浅静脉, 时间 >0.5 s 为 IPV)<sup>[10]</sup>。DUS 在术前静脉图绘制、术中引导 (如 RFA、EVLA) 及术后随访 [评估疗效、监测深静脉血栓 (deep venous thrombosis, DVT) 等并发症] 中至关重要。

### 3.2 超声造影 (contrast-enhanced ultrasound, CEUS)

CEUS 可进一步提高 IPV 检出率<sup>[12]</sup>。Pitoulis 等<sup>[13]</sup>证据支持超声检查在盆腔静脉功能不全诊断中的有效性, 其敏感度和特异度均优异, 简单便捷。

### 3.3 CTV

CTV 可提供高分辨率三维图像, 全面评估静脉系统, 辐射暴露和造影剂相关风险 (过敏、肾损)<sup>[14]</sup>。

### 3.4 磁共振静脉造影 (magnetic resonance venography, MRV)

MRV 无辐射，高对比度，多平面成像。但检查时间长且费用高<sup>[15]</sup>。MRV 可有效检测下肢静脉穿支功能不全，对于直径超过 2.8 mm 的穿支，阳性预测值超过 95%，对于直径超过 3.4 mm 的穿支，阳性预测值超过 100%<sup>[16]</sup>。

### 3.5 静脉造影

静脉造影实时成像，准确率高。但需侵入性操作，存在辐射及造影剂风险<sup>[17]</sup>，通常不作为首选。

### 3.6 双红外-可见光热成像技术 (infrared and visible light thermal imaging, IRTV)

IRTV 无创，通过皮肤温度变化识别静脉功能不全，检测 IPV 的敏感度和特异度与 CDU 相当，提供直观温度图像。但环境温度/皮肤状态均可能影响 IPV 准确率，且设备成本高，需要专业技术人员操作<sup>[18]</sup>。

采用上述检查对进行 PPV 诊断时，需同时满足<sup>[19]</sup>：(1) 穿通支静脉筋膜裂孔处直径 $\geq 3.5$  mm；(2) 反流时间 $>500$  ms；(3) 位于活动期或愈合期溃疡下方。表 1 汇总了 PPV 主要诊断方法的优势、局限性及适用场景等。

表 1 PPV 主要诊断方法比较  
Table 1 Comparison of the main diagnostic methods for PPV

诊断方法	原理	优势	局限性	适用场景	备注
DUS <sup>[10-11]</sup>	多普勒超声血流检测	无创、实时动态、经济高效、可重复	操作者依赖性高	首选筛查/术中引导/随访	反流 $>0.5$ s 为 IPV 标准
CEUS <sup>[12-13]</sup>	超声+微泡造影剂增强	提高深部 PPV 检出率，分辨率提升	需造影剂，费用较高	DUS 诊断不明或复杂 PPV	检出率较 DUS 提高 20%~30%
CTV <sup>[14]</sup>	CT 三维静脉重建	高分辨率，整体静脉系统评估	辐射暴露，造影剂肾毒性风险	复杂解剖或手术规划	DVT 排查适用
MRV <sup>[15-16]</sup>	磁共振静脉成像	无辐射，多平面软组织对比佳	费用高，检查时间长	造影剂禁忌或需精细解剖评估	对金属植入物患者受限
静脉造影 <sup>[17]</sup>	X 线+造影剂动态成像	实时血流评估，金标准，准确率高	侵入性，辐射及造影剂风险	疑难病例或术中实时引导	非首选
IRTV <sup>[18]</sup>	红外热成像测皮肤温度变化	无创，直观显示血流异常区域	环境敏感，证据级别不足	补充工具或 CDU 不可行时	研究阶段，临床推广受限

## 4 治疗方法

### 4.1 保守治疗

(1) 一般治疗：腿部卫生、适当运动（抬高腿部、走动）、局部对症处理。(2) 药物治疗：静脉活性药物如黄酮类、香豆素类、皂苷类，可改善静脉血流动力学、降低炎症反应，缓解疼痛、肿胀和沉重感，提高生活质量<sup>[20]</sup>。(3) 压力治疗：弹性压力袜（分级压力，踝部最大）改善静脉回流，减少淤血。研究<sup>[21]</sup>显示，定制压力袜在改善生活质量、舒适度和依从性方面优于标准袜，能更好减少腿部肿胀和静脉压。

### 4.2 手术治疗

4.2.1 手术指征<sup>[22]</sup> (1) C2（静脉曲张）：初次治疗不推荐处理穿通支，主要处理隐静脉反流，术后进一步评估处理穿通支静脉。(2) C3（水肿）：相对指征（处理浅静脉反流时，若有明显症状可同时

处理 IPV)。(3) C4（皮肤改变）：相对指征（处理浅静脉反流时处理 IPV，改善皮肤症状并减少复发风险)。(4) C5（愈合性溃疡）：绝对指征（推荐处理浅静脉反流时处理 IPV，减少溃疡复发)。(5) C6（活动性溃疡）：绝对指征（强烈推荐处理浅静脉反流时处理 IPV，促进溃疡愈合和预防复发)。

4.2.2 手术及微创治疗方法 (1) 传统开放手术 (high ligation and stripping, HLS)：目前推崇小切口结合静脉钩剥脱结扎 PPV，创伤小，门诊手术即可完成；但成功率非 100%（5% 遗漏），3 年内复发率也高达 32%<sup>[23-24]</sup>。(2) 内镜下穿通支静脉手术 (subfascial endoscopic perforator surgery, SEPS)<sup>[25]</sup>：微创手术，避免在受损皮肤切口，减少伤口并发症；内镜直视下精确结扎 PPV 降低静脉高压；1 年溃疡愈合率 96.2%、3 年累积复发率 8.6%，术后静脉临床严重程度评分显著降低。但该技术难度高，存在并发症发生风险（DVT 约 1%，隐神经损伤

约7%)。(3) RFA: 微创手术, 恒定温度(100~120 ℃)较安全, 周围组织损伤风险低<sup>[26-27]</sup>, 初次技术成功率64.9%, 再消融后技术成功率67.3%, 24个月闭合率65.38%<sup>[27]</sup>; 虽然可以减少感染、瘢痕的发生风险, 但也存在皮肤灼伤、神经损伤、DVT等并发症发生风险<sup>[28]</sup>。在一项研究<sup>[28]</sup>中针对EVLA和EVLA+UGFS联合治疗对于临床严重程度较低的患者疗效相当, 可考虑仅针对GSV功能不全进行治疗, 无需同期处理PVI。(4) EVLA: 操作温度较高, 易损伤周围组织, 初次成功率>85%<sup>[29]</sup>。并发症类似RFA, 皮肤灼伤/感染风险相对较高。(5) 微波消融(microwave ablation, MWA): 有效, 但高温风险更大, 对周围组织损伤风险高<sup>[30]</sup>, 并且设备成本高, 操作技术要求高<sup>[31]</sup>。(6) 超声引导下泡沫硬化疗法<sup>[32]</sup>(ultrasound-guided foam sclerotherapy, UGFS): 非热、非手术, 操作简便、成本低、无需全麻、门诊操作即可完成, 患者恢复快、不适感小。静脉闭合率70%~90%, 并发症(局部炎症、色素沉着、偶发血栓)发生率低于侵入性方法。但化学性质可能导致局部炎症、色素

沉着、皮肤坏死; 对大直径/深部静脉效果较差, 复发率较高。(7) 超声引导下穿通支静脉氰基丙烯酸酯栓塞术(cyanoacrylate adhesive perforator embolization, CAPE)<sup>[33]</sup>: 微创、局麻手术, 门诊即可完成。氰基丙烯酸酯固化迅速, 可减少药物扩散和全身副作用风险。无热损伤, 并发症发生率低。初次注射后96.3%成功闭合, 随访72 d闭合率86.5%, 复发后追加注射可再闭合。但CAPE技术较新, 临床应用时间短, 长期效果仍需进一步验证; 氰基丙烯酸酯为永久植入物, 可能导致局部炎症、感染; 操作要求高, 偶有浅表性血栓性静脉炎发生, 不慎注入深静脉可致DVT/肺栓塞, 限制了技术的普及。(8) HIFU<sup>[34]</sup>: 侵入性操作, 无切口/导管, 门诊手术即可完成。精确聚焦能量使血管闭合, 周围组织损伤小, 适用于皮肤严重受损/溃疡患者。但设备昂贵, 技术要求高; 局部过热致皮肤灼伤风险; 长期效果和安全性需要更多研究验证, 样本量有限。表2总结比较了PPV主要治疗技术的特点、优势、局限等。

表2 PPV主要治疗技术比较

Table 2 Comparison of main treatment techniques for PPV

治疗技术	操作特点	成功率	主要并发症	特殊优势
开放结扎 <sup>[23-24]</sup>	小切口手术剥离	68%	伤口感染(5%~10%), 神经损伤(7%)	设备简单, 费用低
SEPS <sup>[25]</sup>	内镜筋膜下操作	85%~90%	DVT(1%), 隐神经损伤(7%)	避免皮肤切口, 溃疡区适用
RFA <sup>[26,29-30]</sup>	热消融(100~120 ℃)	65%~67%	皮肤灼伤(<3%), DVT(<1%)	温度可控, 周围组织损伤风险低
EVLA <sup>[25,29-30]</sup>	激光热消融(高温)	>85%	皮肤灼伤(5%~8%), 血栓性静脉炎	闭合率较高
硬化剂 <sup>[32]</sup>	化学性血管闭合	70%~90%	色素沉着(15%~30%), 皮肤坏死	门诊操作, 无需麻醉
CAPE <sup>[33]</sup>	氰基丙烯酸酯黏合栓塞	86%~96%	浅静脉炎(10%), DVT/肺栓塞	微创(针眼), 即刻闭合
HIFU <sup>[34]</sup>	体外聚焦超声能量	86%~96%	皮肤灼伤(3%~5%)	完全无创, 皮肤破损者适用, 缺乏临床样本

## 5 小结与展望

尽管穿通支静脉功能不全可导致静脉高压、术后复发及下肢溃疡, 但并非所有IPV均需干预。关键是准确评估其病理状态, 制定个体化治疗方案。需综合考虑患者具体情况、医生经验、住院时间、费用、病情等因素, 避免过度治疗。

作者贡献声明: 梁雨萌负责全文撰写; 唐明璐负责资料整理; 邹伟璞负责超声部分内容撰写; 朱越锋负责研究指导、论文审阅。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [1] Carroll C, Hummel S, Leaviss J, et al. Systematic review, network meta-analysis and exploratory cost-effectiveness model of randomized trials of minimally invasive techniques versus surgery for varicose veins[J]. Br J Surg, 2014, 101(9): 1040-1052. doi: 10.1002/bjs.9566.
- [2] Sukovatykh BS, Sukovatykh MB. Mechanisms of development of incompetent perforating veins in patients with varicose vein disease of lower limbs[J]. Vestn Khir Im I I Grek, 2015, 174(3): 15-19.
- [3] Mozes G, Carmichael SW, Glociczki P. Surgical anatomy of the veins of the lower limb[J]. Perspect Vasc Surg Endovasc Ther, 2000, 12(2): 107-116. doi: 10.1177/153100350001200219.

- [4] Lin YN, Hsieh TY, Huang SH, et al. Management of venous ulcers according to their anatomical relationship with varicose veins[J]. *Phlebology*, 2018, 33(1):44–52. doi:10.1177/0268355516676124.
- [5] Black CM. Anatomy and physiology of the lower-extremity deep and superficial veins[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2014, 17(2):68–73. doi:10.1053/j.tvir.2014.02.002.
- [6] Cockett FB. The pathology and treatment of venous ulcers of the leg[J]. *J Br Surg*, 1955, 43(179): 260–278. doi: 10.1002/bjs.18004317905.
- [7] Tolu I, Durmaz MS. Frequency and significance of perforating venous insufficiency in patients with chronic venous insufficiency of lower extremity[J]. *Eurasian J Med*, 2018, 50(2):99–104. doi: 10.5152/eurasianjmed.2018.18338.
- [8] Figueroa-Sanchez M, Lopez-Mendoza MF, Gough SD, et al. US duplex findings in chronic venous insufficiency of the lower limbs in 500 Mexican patients[J]. *J Mex Fed Radiol Imag*, 2024, 3(1):45–55. doi:10.24875/jmexfri.m24000069.
- [9] 邱璇, 张云山, 张莉, 等. 超声定位穿静脉结扎对下肢静脉性溃疡术后愈合影响的临床研究[J]. *现代生物医学进展*, 2015, 15(9): 1691–1694. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2015.09.023.
- Qiu X, Zhang YS, Zhang L, et al. Clinical Study on Effects of Ultrasound Assisted Perforating Vein Ligation on the Healing of Venous ulcer of Lower Limb[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2015, 15(9):1691–1694. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2015.09.023.
- [10] De Maeseneer MG, Kakkos SK, Aherne T, et al. Editor's choice-European society for vascular surgery (ESVS) 2022 clinical practice guidelines on the management of chronic venous disease of the lower limbs[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 63(2):184–267. doi:10.1016/j.ejvs.2021.12.024.
- [11] Coleridge-Smith P, Labropoulos N, Partsch H, et al. Duplex ultrasound investigation of the veins in chronic venous disease of the lower limbs: UIP consensus document. Part I. Basic principles[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2006, 31(1):83–92. doi: 10.1016/j.ejvs.2005.07.019.
- [12] Zhang J, Xiao M, Kang N, et al. Value of contrast-enhanced ultrasound in detecting competent and incompetent lower-extremity perforating veins[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2018, 44(8):1721–1726. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2018.04.021.
- [13] Pitoulias AG, Andrioti Petropoulou N, Bontinis V, et al. Ultrasonography in the diagnosis of pelvic vein insufficiency, a systematic review and meta-analysis[J]. *Phlebology*, 2025, 40(6): 386–394. doi:10.1177/02683555241312780.
- [14] Jung SC, Lee W, Chung JW, et al. Unusual causes of varicose veins in the lower extremities: CT venographic and Doppler US findings[J]. *Radiographics*, 2009, 29(2): 525–536. doi: 10.1148/rg.292085154.
- [15] Chen CW, Ting H, Chen PY, et al. Usefulness of triggered non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography in assessing lower extremity venous disease[J]. *Medicine*, 2021, 100(20): e25809. doi:10.1097/md.00000000000025809.
- [16] Vankineni S, Parthasarathy K, Shashank G. A study to detect venous perforators in lower limbs by MRI & TRUEFISP[J]. *Int J Radiol Diagn Imaging*, 2020, 3(4): 46–52. doi: 10.33545/26644436.2020.v3.i4a.267.
- [17] Varcoe RL, Thomas SD, Bourke V, et al. Utility of adjunctive digital subtraction venography for the treatment of saphenous vein insufficiency[J]. *J Endovasc Ther*, 2017, 24(2): 290–296. doi: 10.1177/1526602816686734.
- [18] Dávalos MPA, Brioschi ML, da Rosa SE, et al. Can dual infrared-visual thermography provide a more reliable diagnosis of perforator veins and reflux severity?[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(22):7085. doi: 10.3390/jcm12227085.
- [19] Labropoulos N, Mansour MA, Kang SS, et al. New insights into perforator vein incompetence[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1999, 18(3):228–234. doi:10.1053/ejvs.1999.0812.
- [20] Mansilha A, Sousa J. Pathophysiological mechanisms of chronic venous disease and implications for venoactive drug therapy[J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(6):1669. doi:10.3390/ijms19061669.
- [21] Yang WT, Xiong Y, Wang SX, et al. A randomized controlled trial of standard vs customized graduated elastic compression stockings in patients with chronic venous disease[J]. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2024, 12(2): 101678. doi: 10.1016/j.jvsv.2023.08.017.
- [22] Gloviczki P, Lawrence PF, Wasan SM, et al. The 2023 Society for Vascular Surgery, American Venous Forum, and American Vein and Lymphatic Society clinical practice guidelines for the management of varicose veins of the lower extremities. Part II: Endorsed by the Society of Interventional Radiology and the Society for Vascular Medicine[J]. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2024, 12(1): 101670. doi:10.1016/j.jvsv.2023.08.011.
- [23] Linton RR. The communicating veins of the lower leg and the operative technic for their ligation[J]. *Ann Surg*, 1938, 107(4):582–593. doi:10.1097/00000658-193804000-00013.
- [24] van Rij AM, Hill G, Gray C, et al. A prospective study of the fate of venous leg perforators after varicose vein surgery[J]. *J Vasc Surg*, 2005, 42(6):1156–1162. doi:10.1016/j.jvs.2005.09.001.
- [25] Kusagawa H, Haruta N, Shinhara R, et al. Surgical methods and clinical results of subfascial endoscopic perforator surgery in Japan[J]. *Phlebology*, 2018, 33(10): 678–686. doi: 10.1177/0268355517750523.
- [26] Aurshina A, Hingorani A, Blumberg S, et al. Shortened protocol for radiofrequency ablation of perforator veins[J]. *J Vasc Surg Venous*

- Lymphat Disord, 2017, 5(6): 824–828. doi: 10.1016/j.jvsv.2017.04.010.
- [27] Hager ES, Washington C, Steinmetz A, et al. Factors that influence perforator vein closure rates using radiofrequency ablation, laser ablation, or foam sclerotherapy[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2016, 4(1):51–56. doi:10.1016/j.jvsv.2015.08.004.
- [28] Baştürk T, Duran M, Yağcı AB. Efficacy of endovenous laser ablation and ultrasound-guided foam sclerotherapy in patients with great saphenous vein and perforating vein insufficiency[J]. Med Rec, 2025, 7(2):454–462. doi:10.37990/medr.1658856.
- [29] Boersma D, Smulders DLJ, Bakker OJ, et al. Endovenous laser ablation of insufficient perforating veins: Energy is key to success[J]. Vascular, 2016, 24(2): 144–149. doi: 10.1177/1708538115587214.
- [30] Abd-Allah TE, Abdelbary MSM, Zekri MG, et al. Microwave versus endovenous laser in great saphenous vein ablation: a randomized controlled clinical study[J]. Egypt J Surg, 2024, 43(2): 421–431. doi:10.4103/ejs.ejs\_300\_23.
- [31] Bootun R, Lane TRA, Davies AH. The advent of non-thermal, non-tumescent techniques for treatment of varicose veins[J]. Phlebology, 2016, 31(1):5–14. doi:10.1177/0268355515593186.
- [32] Mordhorst A, Yang GK, Chen JC, et al. Ultrasound-guided cyanoacrylate injection for the treatment of incompetent perforator veins[J]. Phlebology, 2021, 36(9): 752–760. doi: 10.1177/02683555211015564.
- [33] Obermayer A, Aubry JF, Barnat N. Extracorporeal treatment with high intensity focused ultrasound of an incompetent perforating vein in a patient with active venous ulcers[J]. EJVES Vasc Forum, 2020, 50:1–5. doi:10.1016/j.ejvsf.2020.11.005.
- [34] Spiliopoulos S, Theodosiadou V, Sotiriadi A, et al. Endovenous ablation of incompetent truncal veins and their perforators with a new radiofrequency system. Mid-term outcomes[J]. Vascular, 2015, 23(6):592–598. doi:10.1177/1708538114564462.

( 本文编辑 姜晖 )

**本文引用格式:**梁雨萌,唐明珺,邹伟璞,等.病理性穿通支静脉的诊治进展[J].中国普通外科杂志,2025,34(12):2696–2701. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.250305

**Cite this article as:** Liang YM, Tang MJ, Zou WP, et al. Advances in diagnosis and treatment of pathologic perforating veins[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(12):2696–2701. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.250305