超声引导下射频消融术和大隐静脉高位结扎剥脱术治疗下肢静脉曲张疗效比较及复发因素分析

成青鉴[1]，何瑜媛[2]，曹军生[1]，王建军[1]
1. 河西学院附属张掖人民医院血管外科，甘肃张掖　734000；2. 河西学院附属张掖人民医院老年病科，甘肃张掖　734000

[摘要] 目的　探讨射频消融术（radiofrequency ablation，RFA）和大隐静脉高位结扎剥脱（high ligation/stripping，HL/S）治疗下肢静脉曲张（lower extremities varicose vein，LEVV）的临床疗效，并基于沙普利加性解释（Shapley additive explanations，SHAP）分析术后复发因素。**方法**　选取2023年12月至2024年12月河西学院附属张掖人民医院收治的240例LEVV患者作为研究对象。根据手术方式分为RFA组（n=120）和HL/S组（n=120）。比较两组患者的手术相关指标、术后凝血功能指标和术后视觉模拟评分（visual analogue scale，VAS）、静脉临床严重程度评分（venous clinical severity score，VCSS）、阿伯丁静脉曲张问卷（Aberdeen varicose vein questionnaire，AVVQ）评分及术后12个月的合并症和复发等情况。**结果**　RFA组患者的术中出血量、手术时间、住院时间、术后VAS评分均低于HL/S组（P<0.05）。术后第3天，RFA组患者的术后凝血功能指标水平明显低于HL/S组（P<0.05）。两组手术方式对VCSS评分均有明显改善，术后12个月RFA组患者的VCSS评分低于HL/S组（P<0.05）。术后两组患者的AVVQ评分均较术前显著降低。RFA组总并发症发生率与复发率均明显低于HL/S组（P<0.05）。SHAP分析结果表明，高风险因素为凝血功能异常、体质量指数>26kg/m^2、年龄<45岁。**结论**　RFA治疗LEVV效果优于HL/S，可改善患者的相关临床指标，降低并发症和复发率。

[关键词] 下肢静脉曲张；射频消融术；高位结扎剥脱术；SHAP分析
[中图分类号] R654.4　　**[文献标识码]** A　　**[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-9701.2026.14.002

Comparison of therapeutic effects of ultrasound-guided radiofrequency ablation and high ligation and stripping of great saphenous vein in the treatment of lower extremity varicose veins and analysis of recurrence factors

CHENG Qingjian[1], HE Yuyuan[2], CAO Junsheng[1], WANG Jianjun[1]
1.Department of Vascular Surgery, Zhangye People's Hospital Affiliated to Hexi University, Zhangye 734000, Gansu, China; 2.Department of Geriatrics, Zhangye People's Hospital Affiliated to Hexi University, Zhangye 734000, Gansu, China

[Abstract] Objective To evaluate the clinical efficacy of radiofrequency ablation (RFA) and high ligation/stripping (HL/S) in treating lower extremity varicose veins (LEVV), and analyze postoperative recurrence factors using Shapley additive explanations (SHAP). **Methods** A total of 240 LEVV patients admitted to Zhangye People's Hospital Affiliated to Hexi University from December 2023 to December 2024 were selected as subjects. Based on the surgical approach, they were divided into RFA group (n=120) and HL/S group (n=120). The study compared surgical-related indicators, postoperative Visual Analogue Scale(VAS) scores, postoperative coagulation function parameters, venous clinical severity score (VCSS), Aberdeen varicose vein questionnaire (AVVQ) scores, as well as postoperative complications and recurrence rates at 12 months between two groups. **Results** Intraoperative blood, operation duration,hospital stay,postoperative VAS scores were lower in RFA group than in HL/S group, indicating milder postoperative pain. On the third postoperative day, coagulation function parameters in RFA group were significantly lower than those in HL/S group (P<0.05). Both surgical approaches demonstrated significant improvement in the VCSS scores; at 12 months postoperatively, VCSS scores in RFA group were lower than those in HL/S group (P<0.05). Postoperative AVVQ scores were significantly reduced compared to preoperative levels in two groups. The overall complication and recurrence rates in RFA group were lower than those in HL/S group(P<0.05). SHAP analysis identified the high-risk factors as coagulation dysfunction, body mass index>26 kg/m^2, and age <45 years. **Conclusion** In the treatment of LEVV, RFA is more effective than HL/S. It remarkably enhances clinical outcomes, reduces the incidence of complications, and lowers the recurrence rate.

[Key words] Lower extremities varicose vein; Radiofrequency ablation; High ligation and stripping; SHAP analysis

基金项目：甘肃省张掖市市级科技计划项目（ZY2024BJ04）；河西学院校长基金项目（2025YB054）
通信作者：成青鉴，电子信箱：qfqsjq@163.com

下肢静脉曲张（lower extremities varicose vein，LEVV）是以浅静脉异常扩张及迂曲为主，常伴有皮肤色素沉着、水肿、溃疡等并发症，是外周血管常见病[1]。据报道中国成人LEVV患病率约15%，女性发病率高于男性[2]。大多数LEVV患者无明显的不适感，但有些患者可能有下肢酸痛和肿胀，严重者可出现溃疡、出血及浅表静脉炎等合并症[3]。传统外科治疗主要以大隐静脉高位结扎剥脱（high ligation/stripping，HL/S）为主。虽然HL/S具有明确的治疗效果，但创伤大，术后并发症发生率高，恢复时间长[4]。目前，腔内技术已普遍应用，如射频消融术（radiofrequency ablation，RFA）利用热能诱导胶原蛋白变性和静脉壁收缩，实现静脉闭合[5]。相对于HL/S术而言，RFA有创伤小、恢复快、并发症少等优势[6-7]。本研究旨在比较RFA和HL/S 治疗LEVV的有效性和安全性，并通过沙普利加性解释（Shapley additive explanations，SHAP）探讨术后复发因素，为LEVV 治疗提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2023年12月至2024年12月河西学院附属张掖人民医院收治的240例LEVV患者作为研究对象。根据手术方式分为RFA组（n=120）和HL/S组（n=120）。纳入标准：①慢性静脉疾病临床评估标准（clinical-etiology-anatomy-pathophysiology，CEAP）分级为C2级或更高级别的LEVV；②下肢深静脉通畅；③大隐静脉直径<15mm；④统计学数据完整；⑤年龄18~80岁。排除标准：①下肢深静脉血栓形成或盆腔肿瘤者；②一般情况差或患严重心脑血管疾病者；③恶性肿瘤晚期者；④有LEVV手术史；⑤患肢活动性感染者；⑥患先天性免疫系统疾病或全身感染性疾病者。两组患者的一般资料比较差异无统计学意义（P>0.05），见表1。具有可比性。本研究经河西学院附属张掖人民医院伦理委员会批准（伦理审批号：HFYER-A-201506）。

1.2 治疗方法

RFA组患者常规消毒铺巾，超声引导下置入导管鞘，射频导管通过导管鞘置入大隐静脉汇入点前2cm，消融导管周围皮下注射麻醉肿胀液，逐段进行闭合。若有交通支予以结扎，将预先配比（1:4）的泡沫硬化剂分次、分点注射入浅表静脉处。切口缝合，患肢弹力绷带压迫包扎，返回病房观察。

表1 两组患者的基线资料比较

项目	RFA 组（n=120）	HL/S 组（n=120）	$\chi^2/t/z$	P
性别（%）			0.067	0.796
男	56（46.7）	59（49.2）		
女	64（53.3）	61（50.8）		
年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	50.97 ± 11.20	52.08 ± 11.80	0.748	0.455
CEAP 分类（例）			0.243	0.807
C2	38	42		
C3	30	26		
C4	43	40		
C5	9	12		
BMI（$\bar{x}\pm s$，kg/m^2）	24.45 ± 2.97	23.80 ± 2.95	1.706	0.089
患肢			3.451	0.178
左	56	42		
右	48	57		
双侧	16	21		
大隐静脉直径（$\bar{x}\pm s$，mm）	7.63 ± 1.97	7.61 ± 1.62	0.090	0.915
吸烟史 [n（%）]	64（53.3）	66（55.0）	0.067	0.796
糖尿病 [n（%）]	45（37.5）	38（31.7）	0.898	0.342
高血压 [n（%）]	57（47.5）	53（44.2）	0.268	0.604
既往血栓病史 [n（%）]	22（18.3）	32（26.7）	2.395	0.122

HL/S组患者常规消毒铺巾，于腹股沟大隐静脉走行区作2cm纵切口，游离大隐静脉，离断后近端结扎，远端置入剥脱导管，推进到足踝区，充分游离后离断结扎大隐静脉远端，使用剥脱导丝剥离大隐静脉主干。迂曲严重区域进行切口剥离，冲洗并缝合切口，纱布覆盖手术切口，弹力绷带加压包扎。

1.3 观察指标

①基本情况：体质量指数（body mass index，BMI）和手术相关指标（手术时间、出血量、住院时间）；②术后凝血功能：纤溶酶原激活物抑制剂1（plasminogen activator inhibitor-1，PAI-1）、纤维蛋白原（fibrinogen，FIB）；③疼痛视觉模拟评分（visual analogue score，VAS）[8]评估两组患者术后疼痛情况；④静脉临床严重程度评分（venous clinical severity score，VCSS）[9]评估静脉曲张、慢性静脉功能不全的严重程度及疗效；⑤阿伯丁静脉曲张问卷（Aberdeen varicose vein questionnaire，AVVQ）[10]评价静脉曲张患者症状严重程度及治疗效果；⑥并发症发生情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0统计学软件对数据进行处理分析。计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用t检验。计数资料以例数（百分率）[n（%）]表示，组间比较采用χ^2检验。基于沙普利加性解释（Shapley additive explanations，SHAP）分析预测导致复发结果的变量。P<0.05为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组患者的手术相关指标和VAS评分比较

RFA组患者的手术时间、出血量和住院时间显著低于对照组（$P<0.05$），见表2。RAF组患者的术后VAS评分均低于HL/S组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表3。

表2　两组患者的手术相关指标比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	手术时间（min）	术中出血量（ml）	住院时间（d）
RFA 组（n=120）	42.30 ± 6.74	16.17 ± 2.34	2.26 ± 0.87
HL/S 组（n=120）	64.69 ± 7.44	43.08 ± 5.30	4.23 ± 1.59
t	3.150	–6.570	–1.540
P	<0.001	<0.001	<0.001

表3　两组患者的VAS评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	术后 1d	术后 2d	术后 3d
RFA 组（n=120）	4.61 ± 1.65	3.24 ± 0.57	2.25 ± 0.45
HL/S 组（n=120）	5.98 ± 1.73	4.30 ± 0.93	3.93 ± 0.70
t	–4.830	–8.190	–17.010
P	<0.001	<0.001	<0.001

2.2　两组患者的凝血功能指标比较

RFA组患者术后3d的PAI-1和FIB水平显著低于HL/S组（$P<0.05$），见表4。

表4　两组患者的凝血功能指标比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	PAI-1（ng/ml）		FIB（g/L）	
	术前	术后 3d	术前	术后 3d
RFA 组（n=120）	21.91 ± 6.22	25.18 ± 6.59	3.19 ± 1.11	3.77 ± 1.96
HL/S 组（n=120）	21.80 ± 5.55	36.63 ± 7.41	3.00 ± 0.77	4.95 ± 3.04
t	0.143	–12.649	1.556	–3.574
P	0.887	0.001	0.121	0.001

2.3　两组患者的VCSS评分与AVVQ评分比较

手术后，两组患者的VCSS评分均明显改善，RFA组术后12个月的VCSS评分低于HL/S组（$P<0.05$），见表5。术后两组患者的AVVQ评分均较术前显著降低，两组患者术后AVVQ评分比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表6。

表5　两组患者的VCSS评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
RFA 组（n=120）	6.82 ± 1.21	3.41 ± 1.54	2.15 ± 0.87
HL/S 组（n=120）	7.05 ± 1.05	3.52 ± 1.57	2.38 ± 0.62
t	–1.60	–0.54	–2.39
P	0.112	0.589	0.018

表6　两组患者的AVVQ评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
RFA 组（n=120）	5.65 ± 1.84	4.13 ± 1.66	2.42 ± 0.64
HL/S 组（n=120）	5.52 ± 1.60	4.50 ± 1.55	2.32 ± 0.50
t	0.600	1.800	1.340
P	0.550	0.072	0.181

2.4　两组并发症发生情况

RFA组患者发生切口出血3例，局部肿胀8例，切口感染2例，总并发症发生率10.83%，显著低于HL/S组的30.83%（χ^2=14.77，$P<0.05$），见表7。

表7　两组并发症发生情况比较

组别	切口出血（例）	局部肿胀（例）	切口感染（例）	隐神经损伤（例）	总复发 [n（%）]
RFA 组（n=120）	3	8	2	0	13（10.83）
HL/S 组（n=120）	8	20	4	5	37（30.83）

2.5　两组术后复发率比较

术后RFA组的患者复发率显著低于HL/S组（χ^2=8.822，$P<0.05$），见表8。

表8　两组术后复发率比较

组别	术后 6 个月（例）	术后 9 个月（例）	术后 12 个月（例）	总复发 [n（%）]
RFA 组（n=120）	3	8	14	25（20.83）
HL/S 组（n=120）	4	12	30	46（38.33）

2.6　复发因素SHAP分析

基于11个特征变量，以复发为目标变量进行SHAP分析，特征重要性前5位（按SHAP值排序）的变量为凝血功能异常、BMI、年龄、大隐静脉直径、CEAP分级。其中高风险组为凝血功能异常、BMI>26kg/m^2、年龄<45岁；中风险组为CEAP分级C4~C5级、大隐静脉直径>9mm；低风险组为年龄>60岁、凝血正常、BMI正常，见图1。

3　讨论

腔内技术在LEVV治疗领域发展显著，RFA、激光消融（endovenous laser ablation，EVLA）等热消融技术已成为HL/S的重要替代手段，使得LEVV临床疗效有较大的提升[11-12]。热消融技术与HL/S相比，可有效减少并发症如术后疼痛、血肿、瘀斑，神经损伤和瘢痕形成等[13-14]。在热消融技术中，RFA是治疗LEVV的常用方法，目前已被推荐为LEVV的一线治疗方案[15-16]。本研究中RFA组患者的手术时间、术中出血量及住院时间均优于HL/S组。此外，RFA组患者的术后VAS评分较低，凝血功能改善，并发症发生率较低。RFA组患者的术后生活质量评分较高，VCSS较低。本研究中，与HL/S相比，RFA可显著缩短手术时间，这对最大限度减少患者创伤和加速术后恢复至关重要。Zhang等[17]研究发现RFA与传统手术不同，其无需进行广泛的组织剥离，大大减少手术创伤，更有利于术后恢复。本研究中RFA组患者的VAS评分明显低于HL/S组；术

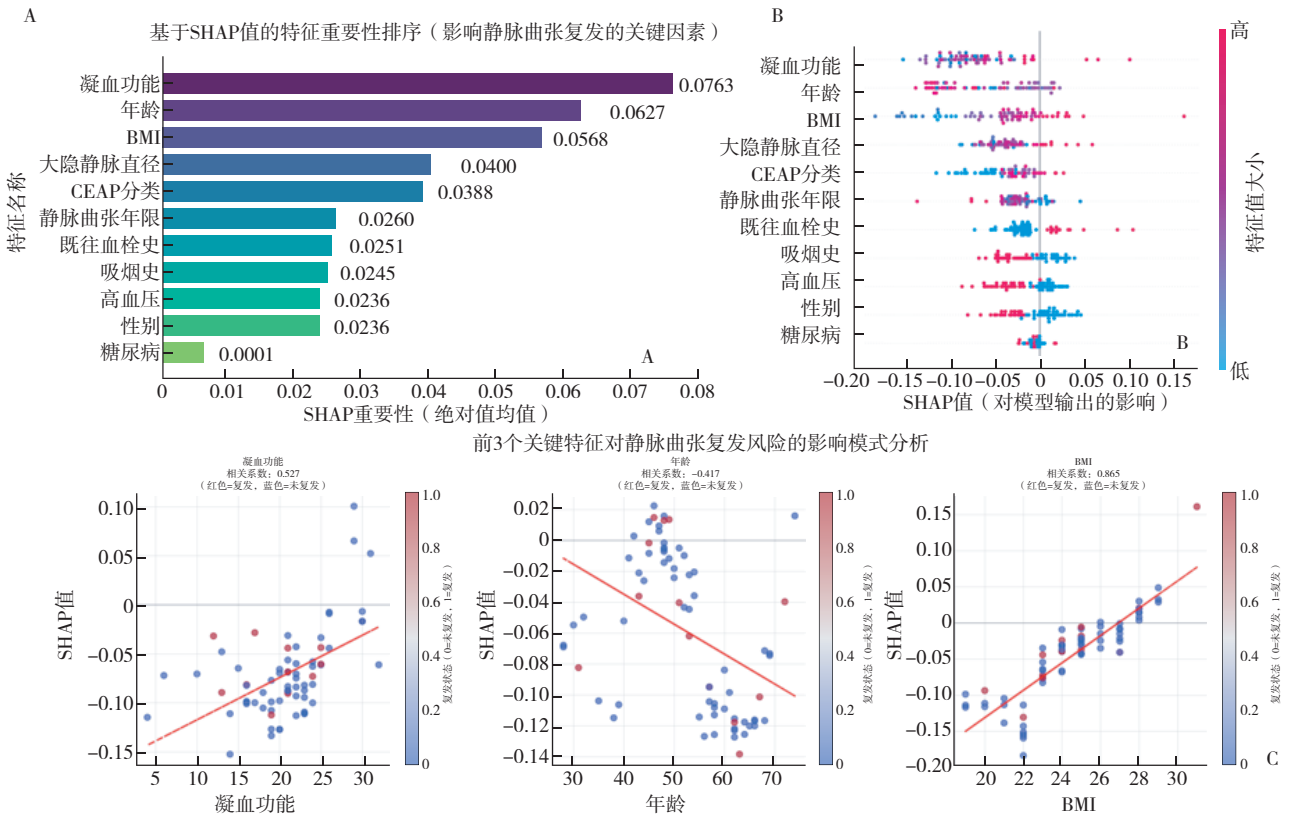

图1 SHAP分析

A：特征性排序；B：特征分析；C：相关性分析

后疼痛的核心诱因是手术创伤引发的组织损伤与神经刺激，不同术式的切口直径、组织分离范围、神经牵拉程度等差异，直接决定疼痛的初始强度与持续时间[18]。与HL/S相比，RAF减少手术创伤对周围神经的刺激，降低疼痛信号的产生与传导[19]。研究表明相比于HL/S，RFA后患者疼痛减轻，术后VAS评分更低[20]。本研究中术后第3天，RFA组患者的所有凝血指标均优于HL/S组。两组患者的VCSS及AVVQ评分在术后6个月和12个月较术前均有明显改善。既往研究表明HL/S与RFA治疗后的患者生活质量评分都有明显提高，且两组无显著差异[22]。本研究随访结果表明RFA组和HL/S组的并发症发生率分别为10.83%和30.83%，RFA组较HL/S组显著降低[23]。分析原因：①RFA是微创手术，极大降低切口感染的风险。②RFA主要通过精确的热能消融大隐静脉，可避免严重的皮肤损伤和神经损伤。③RFA手术时间更短，恢复更快，极大降低血栓发生的风险。本研究SHAP分析结果表明凝血功能是影响静脉曲张复发的首要因素（SHAP值=0.076），且呈正相关（相关系数=0.527），这与临床认知高度契合。凝血功能异常升高意味着患者血液高凝状态，可导致术后静脉血栓形成风险增加，进而引发血管再闭塞或侧支循环异常，最终提升复发概率[24]。提示术前应重视凝血功能指标，高风险患者术前可预防性使用抗凝药物，术后适当延长抗凝治疗周期，降低复发风险。年龄作为第二重要特征（SHAP值=0.063），却呈现出负向影响（相关系数=–0.417），即年龄越大复发风险反而越低，这一结果看似与传统认知存在差异，实则具有合理临床解释，年轻患者可能存在术后活动量过大、依从性不足（如过早恢复重体力劳动、未坚持穿戴医用弹力袜）等问题，而老年患者术后更注重休息与康复管理，且血管代偿能力虽弱，但术后血流动力学变化相对稳定，反而减少复发诱因。研究表明加强健康宣教和提升患者术后康复依从性，可减少术后复发发生[25]。BMI作为第3位影响因素（SHAP值=0.057），与复发风险（相关系数=0.87）呈正相关。肥胖者下肢静脉所承受的压力比体质量正常者明显要高，且由于脂肪组织可能对下肢血管的压迫而影响静脉回流，造成血液淤积，复发概率增大[26]。因此，术前指导患者控制体质量，术后通过饮食与运动管理维持健康体质量，应成为临床管理的重要环节。

本研究存在一定局限性：①本研究为单中心、回顾性设计；②SHAP分析样本量有限，可能影响结果泛化；③未纳入合并用药等潜在影响因素，后续研究可扩大多中心样本量，将更多变量纳入其

中，进一步优化风险预测模型。综上，与传统HL/S治疗相比，RFA可显著减少LEVV患者的手术创伤，减轻术后疼痛，改善凝血功能，提高安全性，改善术后生活质量。本研究通过SHAP分析明确了静脉曲张复发的核心风险因素（凝血功能、年龄、BMI）与中等风险因素（大隐静脉直径、CEAP分类），并揭示各因素的影响方向与强度，可为临床风险分层管理提供参考。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

[1] WASAN S. Chronic venous insufficiency evaluation and medical management[J]. Curr Cardiol Rep, 2024, 26(11): 1241–1247.

[2] 中华医学会外科学分会血管外科学组, 中国医师协会血管外科医师分会, 中国医疗保健国际交流促进会血管外科分会, 等. 中国慢性静脉疾病诊断与治疗指南[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(39): 3047–3061.

[3] GAWAS M, BAINS A, JANGHU S, et al. A comprehensive review on varicose veins: Preventive measures and different treatments[J]. J Am Nutr Assoc, 2022, 41(5): 499–510.

[4] GENG C, XIE Y, ZHANG L, et al. Comparison of radiofrequency ablation and high ligation stripping for varicose veins: A retrospective analysis[J]. Ann Vasc Surg, 2025, 120: 392–399.

[5] JAVED D, NADEEM A, JAVED A, et al. Endovenous microwave ablation versus radiofrequency ablation for lower limb varicose veins: A systematic review and Meta-analysis[J]. J Vasc Interv Radiol, 2025, 37(4): 107985.

[6] 孙赫成, 王海洋. 射频消融术治疗下肢静脉曲张的研究现状[J]. 实用医学杂志, 2025, 41(17): 2761–2766.

[7] MARSDEN G, PERRY M, KELLEY K, et al. Diagnosis and management of varicose veins in the legs: Summary of NICE guidance[J]. BMJ, 2013, 347: f4279.

[8] LIN X, LI P, ZHUANG L. Wire-assisted modification of Havst catheter stripping of the great saphenous vein trunk[J]. Front Surg, 2025, 27(12): 1691757.

[9] LIM E Q, LIM A J, TWOMEY A. Clinical effectiveness and patient-reported outcomes of endovenous ablation and surgical stripping in varicose vein management: A systematic review[J]. Bmc Surg, 2025, 26(1): 41.

[10] SIRIBUMRUNGWONG B, NOORIT P. Reliability, validity, and minimal clinically important differences for the Thai-version of the Aberdeen varicose vein questionnaire (AVVQ-Thai) in patients with chronic venous disease[J]. F1000 Res, 2024, 13: 486.

[11] SEOK K H, SHIN J. Exploring acoustic correlates of depression and preliminary screening models using XGBoost and SHAP[J]. Behav Sci, 2025, 15(12): 360–366.

[12] ZHANG Y, LIN X, WANG Z, et al. Surgical outcomes of above-knee versus full-length endovenous laser ablation for great saphenous vein varicose veins[J]. J Vasc Surg-Venous L, 2025, 14(1): 102342.

[13] 苏畅, 计佳杰, 柏志斌, 等. 腔内射频消融术与高位结扎剥脱术治疗原发性大隐静脉曲张的临床效果比较[J]. 临床医学研究与实践, 2025, 10(29): 69–72.

[14] 张登潇. 氰基丙烯酸酯栓塞术对比热消融术治疗下肢静脉曲张的临床疗效分析[D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2023.

[15] ROSSI F H, BETELI C B. Long-term outcomes of electrocoagulation versus radiofrequency thermoablation for varicose veins[J]. J Vasc Surg-Venous L, 2025, 13(5): 102245.

[16] 杨轲, 王雅, 吕忠俊, 等. 腔内热消融术后大隐静脉曲张复发临床分析[J]. 黑龙江医学, 2024, 48(23): 2860–2862.

[17] ZHANG N, ZHOU H, CHEN Y, et al. Clinical efficacy and safety analysis of ultrasound-guided radiofrequency ablation for varicose veins of lower extremities[J]. Am J Transl Res, 2025, 17(5): 3601–3609.

[18] ZHANG Y S, CHEN P J. Reducing tumescent anesthetic injection pain by topical anesthesia pretreatment among patients undergoing endovenous radiofrequency ablation of varicose veins: A double-blind randomized controlled trial[J]. Phlebology, 2022, 37(7): 529–534.

[19] KENDLER M, SIMON J C, WETZIG T. Local anesthesia with lidocaine and prilocaine, using the tumescent technique, for the radiofrequency ablation of lower extremity varicose veins[J]. Int J Dermatol, 2013, 52(6): 739–744.

[20] WANG M, ZHAO L, FENG C, et al. One-year outcomes of radiofrequency ablation of incompetent perforator veins using the radiofrequency stylet device: Cohort study from East Asia[J]. Phlebology. 2021, 36(4): 268–274.

[21] PAVLOVIĆ M D, SCHULLER S S, HEAD M M, et al. Safety and effectiveness of indirect radiofrequency ablation (closure FAST) of incompetent great saphenous veins with type Ⅰ aneurysms: Long-term results radiofrequency ablation for saphenous aneurysms[J]. Phlebology, 2023, 38(2): 129–132.

（下转第29页）