

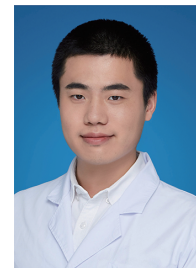
· 论 著 ·

本文亮点:

- (1) 证实采用多节段淋巴管静脉吻合术(LVA)治疗创伤后淋巴水肿可缩小患侧肢体周径,有效改善水肿症状,联合综合消肿治疗能持续增强疗效。
- (2) 多节段LVA通过在近远端多节段建立淋巴回流通路、递进吻合深度,实现淋巴链的横向与纵向双重修复,从而有效改善淋巴回流。

Highlights:

- (1) It was verified that multisegmental lymphatic-venous anastomosis (LVA) for post-traumatic lymphedema could reduce the limb circumference on the affected side and effectively improve edema symptoms, and that its combination with complete decongestive therapy could continuously enhance the therapeutic effect.
- (2) The multisegmental LVA achieved both transverse and longitudinal repair of the lymphatic chain by establishing lymphatic return pathways at multiple proximal and distal segments and progressively deepening the anastomotic planes, thereby effectively improving lymphatic return.



多节段淋巴管静脉吻合术治疗创伤后淋巴水肿的临床效果

王骏杰 王学斌 王儿萍 唐寅 郭宗慧

宁波市第二医院手显微修复外科, 宁波 315010

通信作者:郭宗慧, Email:gzhcmu@126.com

【摘要】 目的 探讨多节段淋巴管静脉吻合术(LVA)治疗创伤后淋巴水肿(PTL)的临床效果。**方法** 该研究为回顾性病例系列研究。2024年1—8月,宁波市第二医院手显微修复外科收治7例符合入选标准的PTL患者,其中男3例、女4例,年龄51~75岁,病损累及上肢者3例、下肢者4例。患者均接受多节段LVA,即在肢体淋巴管受损部位以远,将真皮下脂肪浅层功能性集合淋巴管与附近瓣膜功能良好的浅表静脉吻合;在肢体淋巴管受损部位,将深筋膜浅层功能性集合淋巴管与附近瓣膜功能良好的浅表静脉吻合。术后均进行综合消肿治疗(CDT)。记录7例患者手术完成情况、并发症发生情况及PTL复发情况。比较3例上肢受累患者和3例下肢受累患者术前及术后3 d、1个月、3个月、6个月患侧肢体周径,使用人体成分分析仪测量的7例患者术前及术后14 d的体重、健侧与患侧肢体的肌肉均衡及生物电阻抗。**结果** 7例患者均顺利完成手术。1例上肢受累患者患侧肢体于术后7 d发生淋巴管炎,经抗感染序贯CDT后,其肢体周径于术后1个月恢复至术后3 d水平;其余患者未发生手术相关并发症。7例患者术后随访期间PTL均未复发。术前及术后3 d、1个月、3个月、6个月,3例上肢受累患者患侧手与腕周径分别为(20.4±3.6)、(20.0±3.0)、(19.8±3.2)、(19.7±3.0)、(19.5±2.6)cm,前臂周径分别为(29±6)、(27±5)、(26±6)、(25±4)、(23±4)cm,上臂周径分别为(35±4)、(34±4)、(33±5)、(32±4)、(31±4)cm;3例下肢受累患者患侧足与踝周径分别为(27±4)、(25±4)、(25±5)、(24±4)、(24±4)cm,小腿周径分别为(38±9)、(35±8)、(34±8)、(33±8)、(33±8)cm,大腿周径分别为

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20250219-00073

收稿日期 2025-02-19

引用本文:王骏杰,王学斌,王儿萍,等.多节段淋巴管静脉吻合术治疗创伤后淋巴水肿的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2026,42(10):1-10. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20250219-00073.

Wang Junjie, Wang Xuebin, Wang Erping, et al. Clinical effect of multisegmental lymphatic-venous anastomosis in the treatment of post-traumatic lymphedema[J]. Chin J Burns Wounds, 2026, 42(10): 1-10. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20250219-00073.



(49±10)、(47±10)、(47±10)、(46±10)、(46±10)cm。在患者患侧,术后 3 d~术后 6 个月前臂、上臂、足与踝、小腿、大腿周径均较术前显著缩小($P<0.05$),术后 1~6 个月前臂周径、术后 3 个月和 6 个月上臂周径、术后 3 个月足与踝周径、术后 1~6 个月小腿周径、术后 3 个月和 6 个月大腿周径均较术后 3 d 显著缩小($P<0.05$),术后 3 个月与 6 个月前臂周径、术后 3 个月与 6 个月上臂周径、术后 3 个月足与踝周径、术后 3 个月和 6 个月大腿周径均较术后 1 个月显著缩小($P<0.05$),术后 6 个月前臂和上臂周径均较术后 3 个月显著缩小($P<0.05$)。与术前比较,7 例患者术后 14 d 体重、患侧肢体肌肉均衡均显著下降(t 值分别为 3.181、3.221, $P<0.05$),患侧肢体生物电阻抗显著升高($t=-6.631$, $P<0.05$)。 **结论** 在 PTL 外科治疗中,应用多节段 LVA 可缩小患侧肢体周径,有效改善水肿症状,联合 CDT 能持续增强疗效。

【关键词】 四肢; 淋巴水肿; 电阻抗; 多节段淋巴管静脉吻合术; 淋巴闪烁扫描; 综合消肿治疗

基金项目:浙江省省级临床重点专科建设项目(2024021);宁波市临床医学研究中心及重大攻关项目(2024L004)

Clinical effect of multisegmental lymphatic-venous anastomosis in the treatment of post-traumatic lymphedema

Wang Junjie, Wang Xuebin, Wang Erping, Tang Yin, Guo Zonghui

Department of Microprosthetic Hand Surgery, Ningbo NO.2 Hospital, Ningbo 315010, China

Corresponding author: Guo Zonghui, Email: gzhcmu@126.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the clinical effect of multisegmental lymphatic-venous anastomosis (LVA) in the treatment of post-traumatic lymphedema (PTL). **Methods** This study was a retrospective case series study. From January to August 2024, 7 patients with PTL who met the inclusion criteria were admitted to the Department of Microprosthetic Hand Surgery of Ningbo NO.2 Hospital. There were 3 males and 4 females, aged 51–75 years. The lesions involved the upper limb in 3 patients and the lower limb in 4 patients. All patients underwent multisegmental LVA. Distal to the site of lymphatic injury in the limb, functional collecting lymphatic vessels in the superficial layer of the subdermal fat were anastomosed with adjacent superficial veins with good valvular function. At the site of lymphatic injury in the limb, functional collecting lymphatic vessels in the superficial layer of the deep fascia were anastomosed with adjacent superficial veins with good valvular function. After surgery, all patients received complete decongestive therapy (CDT). The completion of surgery, occurrence of complications, and recurrence of PTL were recorded for the 7 patients. The affected limb circumferences before surgery and at 3 days, 1 month, 3 months, and 6 months after surgery were compared among 3 patients with upper limb involvement and 3 patients with lower limb involvement. Body weight, muscle balance and bioelectrical impedance between the healthy and affected limbs measured by a body composition analyzer before surgery and at 14 days after surgery in 7 patients. **Results** All 7 patients completed the surgery successfully. One patient with upper limb involvement developed lymphangitis in the affected limb at 7 days after surgery. After anti-infective treatment followed by CDT, the limb circumference returned to the level at 3 days after surgery at 1 month after surgery. No adverse surgical complications occurred in the remaining patients. During postoperative follow-up, no recurrence of PTL was observed in the 7 patients. Before surgery and at 3 days, 1 month, 3 months, and 6 months after surgery, the hand and wrist circumferences at the affected side in the 3 patients with upper limb involvement were (20.4±3.6), (20.0±3.0), (19.8±3.2), (19.7±3.0), and (19.5±2.6) cm, respectively; the forearm circumferences were (29±6), (27±5), (26±6), (25±4), and (23±4) cm, respectively; the upper arm circumferences were (35±4), (34±4), (33±5), (32±4), and (31±4) cm, respectively; the foot and ankle circumferences at the affected side in the 3 patients with lower limb involvement were (27±4), (25±4), (25±5), (24±4), and (24±4) cm, respectively; the calf circumferences were (38±9), (35±8), (34±8), (33±8), and (33±8) cm, respectively; the thigh circumferences were (49±10), (47±10), (47±10), (46±10), and (46±10) cm, respectively. At the affected side of patients, from 3 days to 6 months after surgery, the forearm, upper arm, foot and ankle, calf, and thigh circumferences were all significantly smaller than those before surgery ($P<0.05$), the forearm circumference at 1 to 6 months after surgery, the upper arm circumference at 3 and 6 months after surgery, the foot and ankle circumference at 3 months after surgery, the calf circumference at 1 to 6 months after surgery, and the thigh circumference at 3 and 6 months after

surgery were all significantly smaller than those at 3 days after surgery ($P<0.05$), the forearm circumference at 3 and 6 months after surgery, the upper arm circumference at 3 and 6 months after surgery, the foot and ankle circumference at 3 months after surgery, and the thigh circumference at 3 and 6 months after surgery were all significantly smaller than those at 1 month after surgery ($P<0.05$), and the forearm and upper arm circumferences at 6 months after surgery were significantly smaller than those at 3 months after surgery ($P<0.05$). Compared with those before surgery, the body weight and muscle balance of the affected limb in the 7 patients at 14 days after surgery decreased significantly (with t values of 3.181 and 3.221, respectively, $P<0.05$), and the bioelectrical impedance of the affected limb increased significantly ($t=-6.631$, $P<0.05$). **Conclusions** In the surgical treatment of PTL, multisegmental LVA can reduce the affected limb circumference and effectively improve edema symptoms, and combined with CDT can continuously enhance the therapeutic effect.

【Key words】 Extremities; Lymphedema; Electric impedance; Multisegmental lymphovascular-venous anastomosis; Lymphoscintigraphy; Complete decongestive therapy

Fund program: Zhejiang Provincial Clinical Key Specialty Construction Project (2024021); Ningbo Clinical Medical Research Center and Major Research Project (2024L004)

体液系统可分为血液循环系统和淋巴回流系统,淋巴回流系统主要维持组织液平衡,回收组织间隙中的大分子物质,清除代谢产物、细菌、病毒等^[1]。当外部或自身因素导致淋巴回流功能障碍时,会造成淋巴水肿,早期表现为感觉异常和组织水肿,晚期表现为组织纤维化、脂肪增生和反复炎症^[2]。原发性淋巴水肿常由淋巴结构发育异常引起^[3],继发性淋巴水肿常由肿瘤手术、创伤、炎症等因素引起^[4]。

创伤后淋巴水肿(post-traumatic lymphedema, PTL)属于继发性淋巴水肿,其流行病学研究较少^[5],发病率尚未被广泛统计。如果以创伤后持续的肢体水肿为指标,PTL发病率可能高达20%^[6]。PTL的原因在于淋巴回流障碍后引起的一系列病理改变,目前主流的淋巴回流重建手术包括淋巴管静脉吻合术(lymphatic-venous anastomosis, LVA)、血管化淋巴结移植术(vascularized lymph nodes transfer, VLNT)、淋巴管移植术等^[7-9]。其中LVA在中国开展广泛,但其吻合深度、数量、方式缺乏统一规范。常鲲鹏等^[10]认为在LVA后水肿改善,淋巴管内压力逐渐降低,血液反流可能导致吻合口血栓,强调优选瓣膜功能好的静脉进行吻合,配合吸脂减容术可以打破组织增生-淋巴液瘀滞的恶性循环;Koshima等^[11]认为选择真皮下脂肪浅层的集合淋巴管与附近浅表静脉吻合,配合多层低延展绷带的治疗,使淋巴管内压力持续大于静脉,可以预防血液反流。然而,吸脂减容术可能对淋巴系统造成破坏,且仅对浅层淋巴管进行吻合无法兼顾深层淋巴管。在此背景下,本课题组提出并应用多节段LVA治疗PTL,通过优选瓣膜功能良好的静脉进行吻合,在近远端

多节段建立淋巴回流通路、递进吻合深度,实现淋巴链的横向与纵向双重修复,取得预期疗效。

1 对象与方法

本回顾性病例系列研究仅采集患者临床资料,不泄露患者信息及个人隐私,不干预患者治疗方案,不会对患者生理健康带来风险,符合《赫尔辛基宣言》的基本原则。

1.1 入选标准

纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁,性别不限;(2)诊断为PTL,即既往有明确外伤史,持续3个月以上肢体水肿,淋巴闪烁扫描(lymphoscintigraphy, LSG)或近红外荧光成像(near infrared fluorescence imaging, NIRFI)检查提示患侧肢体淋巴回流受阻或中断;(3)采用多节段LVA治疗,吻合5根及以上淋巴管,均进行术后综合消肿治疗(complete decongestive therapy, CDT);(4)由同一组医师进行手术操作、术后CDT,由同一名医师进行术前及术后患侧肢体周径测量,使用同一台人体成分分析仪检测。排除标准:(1)临床资料不完整;(2)随访资料不全;(3)既往接受过患侧肢体淋巴水肿手术。

1.2 临床资料

2024年1—8月,宁波市第二医院手显微修复外科收治7例符合入选标准的PTL患者,其中男3例、女4例,年龄51~75岁(平均64.4岁),病损累及上肢者3例、下肢者4例。患者均为Stemmer征阳性,且LSG或NIRFI检查提示患侧肢体淋巴回流受阻或中断,按照国际淋巴学会关于淋巴水肿的分期方法分期为Ⅱ期者3例、Ⅲ期者4例。1例患者水肿局限于膝部及膝部以下。

1.3 手术方法

采用气管插管下静脉全身麻醉,患者取仰卧位,若患侧肢体为上肢则取外展位,为下肢则取平卧位。用 10 mL 无菌注射用水与 25 mg 注射用吡啶菁绿配制造影剂原液,用 1 mL 注射器抽取造影剂原液 0.1 mL 加入生理盐水稀释至 1 mL 备用。对患侧肢体进行造影剂稀释液注射,其中上肢注射位点包括手部 4 个指蹼、腕横纹桡侧及尺侧、肘部肱骨内外髁,下肢注射位点包括足部 4 个趾蹼、内踝及外踝、胫骨内侧髁及外侧髁,每个位点皮下注射造影剂稀释液 0.1~0.2 mL。采用 NIRF 设备观察患侧肢体浅表淋巴回流路径,寻找功能性集合淋巴管及淋巴瘀滞区域,并做好标记。若造影图像见一条清晰的、连续的线性强荧光带,沿肢体纵轴向上延伸,提示该线状强荧光带为功能性集合淋巴管;若造影图像于肢体近端呈现边界模糊星云状的强荧光面,提示淋巴管受损、淋巴液瘀滞及真皮反流,该星云状强荧光面远端边缘为淋巴回流中断区域即肢体淋巴管受损部位。根据标记于肢体淋巴管受损部位,至少设计 1 根淋巴管与静脉吻合;于肢体淋巴管受损部位以远,至少设计 4 根淋巴管与静脉吻合。对患侧肢体行 3 次常规碘伏消毒,铺巾完成后,抬高患侧肢体 3 min 驱血,近端绑扎无菌止血带,上肢加压 40 kPa,下肢加压 60 kPa。

根据术前设计,用 15 号手术刀片垂直肢体长轴方向切开皮肤。利用荧光手术显微镜放大 30~40 倍,在荧光模式下于肢体淋巴管受损部位以远,在真皮下脂肪浅层寻找功能性集合淋巴管。将荧光手术显微镜切换到自然光模式后,于功能性集合淋巴管附近寻找瓣膜功能良好、直径合适的浅表静脉。浅表静脉瓣膜功能判定方法:使用血管夹在目标静脉瓣膜结构的远心端夹闭静脉,用显微镊小心地将静脉内的血液由远心端向近心端勒除,主刀不松手的同时助手配合使用血管夹夹闭静脉瓣膜结构的近心端,至此完成静脉勒血。然后松开远心端血管夹观察静脉充盈速度,再次完成静脉勒血后,松开近心端血管夹观察静脉充盈速度。若开放远心端静脉充盈速度远小于开放近心端则提示静脉瓣膜功能良好,若二者速度接近则提示瓣膜功能不佳。采用 10-0 Prolene 缝线、直径 0.1 mm 尖头的显微器械将找到的淋巴管与静脉吻合。淋巴管静脉吻合方法如下^[12-13]:淋巴管与静脉的直径相近时采用端端吻合,即将淋巴管断端的远心端与静脉近心

端吻合;淋巴管直径小于静脉且尚接近时采用端侧吻合,即将淋巴管断端的远心端与静脉侧壁吻合;淋巴管与静脉长距离平行行走时采用侧侧吻合,即将淋巴管侧壁与静脉侧壁吻合;淋巴管直径小于静脉直径的一半及以上时采用套入吻合,即将多支淋巴管断端远心端套入静脉近心端吻合。吻合完毕后在荧光手术显微镜荧光模式下观察吻合管路通畅性。对于肢体淋巴管受损部位,松开患者无菌止血带,在荧光手术显微镜荧光模式下在深筋膜浅层寻找功能性集合淋巴管,在自然光模式下于功能性集合淋巴管附近寻找瓣膜功能良好、直径合适的浅表静脉,将找到的淋巴管与静脉吻合,吻合方式与肢体淋巴管受损部位以远相同,以 4-0 可吸收缝线全层间断缝合关闭皮肤切口。用凡士林纱布覆盖切口,无菌纱布将手指或脚趾分隔,无菌棉垫包裹整个患侧肢体但露出五指或五趾,由远心端向近心端缠裹弹力绷带。

1.4 术后处理

术后常规进行 3 d 解痉、抗凝治疗。间隔 3~4 d 更换 1 次无菌棉垫+弹力绷带直至拆线。术后 14 d 拆线,开始行 CDT。拆线后用多层淋巴水肿绷带(multilayer lymphoedema bandage, MLLB)包扎,并指导患者居家更换 MLLB:要求每天持续 20 h 以上佩戴,每天更换,更换时可沐浴、涂抹身体乳以保持皮肤清洁湿润。手术 3 个月后,换用医用平纹编织弹力套持续保持手术效果,要求每天持续 20 h 以上佩戴,每天更换,终身佩戴。随访期间每月复查 1 次,复查时由同一名医师对患者进行淋巴手法引流(manual lymphatic drainage, MLD)及患侧肢体运动康复治疗,同时进行间歇气动加压(intermittent pneumatic compression, IPC)治疗。

1.5 疗效评价

记录 7 例患者手术完成情况、并发症发生情况及 PTL 复发情况。比较 7 例患者术前患侧与健侧肢体周径,3 例上肢受累患者和 3 例下肢受累患者术前及术后 3 d、1 个月、3 个月、6 个月患侧肢体周径,使用人体成分分析仪测量的 7 例患者术前及术后 14 d 的体重、健侧与患侧肢体的肌肉均衡及生物电阻抗(检测频率为 5 kHz)。上肢周径测量取手与腕、前臂及上臂 3 个部位,其中手与腕的测量点为中指指根、平虎口、腕横纹,前臂的测量点为腕横纹上 5 cm、腕横纹上 10 cm、肘关节横纹,上臂的测量点为肘关节横纹上 5 cm、肘关节横纹上 10 cm、腋窝;下

肢周径测量取足与踝、小腿、大腿 3 个部位,其中足与踝的测量点为中趾趾根、中趾趾根上 5 cm、外踝上缘,小腿的测量点为外踝上 5 cm、外踝上 10 cm、髌骨上缘,大腿的测量点为髌骨上 5 cm、髌骨上 10 cm、大腿根。1 例患者因水肿局限于膝部及膝部以下仅测量足与踝、小腿 2 个部位,其余 6 例患者(上肢 PTL 者 3 例、下肢 PTL 者 3 例)每例各测量 3 个部位共 9 个周径数据。7 例患者的肢体周径由同一名医师测量,人体成分分析使用同一台设备。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析,计量资料数据均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用配对样本 t 检验比较 7 例患者术前与术后 14 d 的人体成分分析指标以及术前健侧与患侧肢体各部位周径。采用单个部位重复测量方差分析评估 3 例上肢受累患者和 3 例下肢受累患者各 3 个部位共 9 个周径数据在术前与术后各时间点的变化趋势,若时间效应显著(即 $P < 0.05$),进一步采用 LSD 法进行事后多重比较。上述检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体情况

7 例患者均顺利完成手术,每例患者吻合 5~10 根淋巴管(平均 7.29 根),其中淋巴回流中断区域吻合 1~4 根(平均 2.00 根),淋巴回流中断区域以远吻合 4~7 根(平均 5.29 根)。1 例上肢受累患者术后 3 d 患侧肢体周径较术前缩小,正常术后换药,但术后 7 d 时患侧肢体突发红肿、疼痛、皮温升高,同时伴有发热,最高体温 38.7℃,排除其他部位细菌及病毒感染后考虑患侧肢体淋巴管炎。行规律抗感染治疗 1 周后患侧肢体淋巴管炎好转,患者体温恢复正常,但患侧肢体周径较术后 3 d 增加。此时开始行 CDT,术后 1 个月患侧肢体周径恢复至术后 3 d 水平。其余患者未发生手术相关并发症。所有患者术后随访 6~8 个月,平均 6.8 个月。7 例患者术后随访期间 PTL 均未复发。

2.2 术前患侧与健侧肢体周径

术前,除手与腕以外,7 例患者患侧肢体其余部位周径均较健侧显著增大($P < 0.05$)。见表 1。

2.3 术前及术后各时间点患侧肢体周径

在患者患侧,与术前比较,术后 3 d~术后 6 个月前臂、上臂、足与踝、小腿、大腿周径均显著缩小($P <$

表 1 7 例创伤后淋巴水肿患者术前患侧与健侧肢体各部位周径比较($\text{cm}, \bar{x} \pm s$)

Table 1 Preoperative comparison of limb circumferences at various sites between the affected and healthy limbs in 7 post-traumatic lymphedema patients

部位	样本数	患侧	健侧	t 值	P 值
手与腕	9	20.4±3.6	19.5±2.5	1.380	0.205
前臂	9	29±6	23±4	4.133	0.003
上臂	9	35±4	30±4	5.118	0.001
足与踝	12	26±4	24±4	4.121	0.002
小腿	12	37±9	32±7	3.814	0.003
大腿	9	49±10	45±10	2.921	0.019

注:上肢、下肢受累患者分别为 3、4 例,除 1 例患者因水肿局限于膝部及膝部以下仅测量足与踝、小腿 2 个部位的 6 个周径数据外,其余每例各测量 3 个部位共 9 个周径数据

0.05);与术后 3 d 比较,术后 1~6 个月前臂周径、术后 3 个月和 6 个月上臂周径、术后 3 个月足与踝周径、术后 1~6 个月小腿周径、术后 3 个月和 6 个月大腿周径均显著缩小($P < 0.05$);与术后 1 个月比较,术后 3 个月与 6 个月前臂周径、术后 3 个月与 6 个月上臂周径、术后 3 个月足与踝周径、术后 3 个月和 6 个月大腿周径均显著缩小($P < 0.05$);与术后 3 个月比较,术后 6 个月前臂和上臂周径均显著缩小($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 术前与术后人体成分分析指标

7 例患者术前及术后 14 d 患侧肢体肌肉均衡、生物电阻抗与健侧比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与术前比较,7 例患者术后 14 d 体重、患侧肢体肌肉均衡均显著下降($P < 0.05$),患侧肢体生物电阻抗显著升高($P < 0.05$)。见表 3。

2.5 典型病例

患者女,65 岁,于左肩外伤后左上肢反复肿胀 20 年余入院。入院时见左上肢肿胀,患侧手与腕部位的中指指根、平虎口、腕横纹,前臂部位的腕横纹上 5 cm、腕横纹上 10 cm、肘关节横纹,上臂部位的肘关节横纹上 5 cm、肘关节横纹上 10 cm、腋窝处周径分别为 15.0、18.0、19.5 cm,25.5、29.5、31.0 cm,30.5、31.5、33.0 cm;健侧对应部位周径分别为 15.5、19.0、20.0 cm,17.0、20.5、24.0 cm,24.0、26.0、31.0 cm。人体成分分析指标:体重 72.7 kg;左上肢肌肉均衡为 4.78 kg,右上肢为 2.54 kg;左上肢生物电阻抗为 155.0 Ω ,右上肢为 317.7 Ω 。LSG 检查提示左上肢淋巴回流受阻。B 超检查提示左锁骨下动脉内斑块形成,左上肢静脉正常。排除其他

表2 6例创伤后淋巴水肿患者术前及术后各时间点患侧肢体各部位周径比较(cm, $\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of affected limb circumferences at various sites before surgery and at different postoperative time points in 6 post-traumatic lymphedema patients

部位	样本数	术前	术后 3 d	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	时间效应 F 值	时间效应 P 值
手与腕	9	20.4±3.6	20.0±3.0	19.8±3.2	19.7±3.0	19.5±2.6	2.691	0.049
前臂	9	29±6	27±5 ^a	26±6 ^{ab}	25±4 ^{abc}	23±4 ^{abcd}	19.257	<0.001
上臂	9	35±4	34±4 ^a	33±5 ^a	32±4 ^{abc}	31±4 ^{abcd}	17.468	<0.001
足与踝	9	27±4	25±4 ^a	25±5 ^a	24±4 ^{abc}	24±4 ^a	11.762	<0.001
小腿	9	38±9	35±8 ^a	34±8 ^{ab}	33±8 ^{ab}	33±8 ^{ab}	15.550	<0.001
大腿	9	49±10	47±10 ^a	47±10 ^a	46±10 ^{abc}	46±10 ^{abc}	9.742	<0.001

注:上肢、下肢受累患者各 3 例,每例各测量 3 个部位共 9 个周径数据;时间效应 F 值、时间效应 P 值为每个部位各时间点总体比较所得;与术前比较,^a $P<0.05$;与术后 3 d 比较,^b $P<0.05$;与术后 1 个月比较,^c $P<0.05$;与术后 3 个月比较,^d $P<0.05$

表3 创伤后淋巴水肿患者术前与术后 14 d 人体成分分析指标比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of body composition analysis parameters before surgery and at 14 days after surgery in post-traumatic lymphedema patients

指标	例数	术前	术后 14 d	t_3 值	P_3 值
体重(kg)	7	64±11	62±10	3.181	0.019
患侧肢体肌肉均衡(kg)	7	9±5	7±4	3.221	0.018
健侧肢体肌肉均衡(kg)	7	6±4	6±4	0.476	0.651
患侧肢体生物电阻抗(Ω)	7	155±48	219±55	-6.631	0.001
健侧肢体生物电阻抗(Ω)	7	287±79	296±75	-0.907	0.399
t_1 值		4.075	3.501		
P_1 值		0.007	0.013		
t_2 值		-8.418	-6.068		
P_2 值		<0.001	0.001		

注: t_1 值、 P_1 值为各时间点患侧与健侧肌肉均衡比较所得; t_2 值、 P_2 值为各时间点患侧与健侧生物电阻抗比较所得; t_3 值、 P_3 值为每个指标术前与术后 14 d 比较所得

疾病后考虑 PTL。术前吲哚菁绿造影提示左上臂内侧淋巴管堵塞,将左上臂内侧淋巴液真皮反流区域远端边缘确定为肢体淋巴管受损部位,做切口标记,选择手背、前臂内侧功能性集合淋巴管做切口标记。术中肢体淋巴管受损部位吻合 2 根淋巴管,手背吻合 2 根淋巴管,前臂内侧吻合 2 根淋巴管。其中手背采用端端吻合,前臂内侧及上臂肢体淋巴管受损部位均采用淋巴管套入静脉的吻合方法。患侧手与腕部位的中指指根、平虎口、腕横纹,前臂部位的腕横纹上 5 cm、腕横纹上 10 cm、肘关节横纹,上臂部位的肘关节横纹上 5 cm、肘关节横纹上 10 cm、腋窝处周径术后 3 d 分别为 15.0、19.5、18.5 cm,23.0、27.0、28.0 cm,29.5、31.5、33.0 cm;术后 1 个月分别为 15.0、19.0、19.0 cm,21.0、25.5、26.0

cm,26.5、28.0、32.0 cm;术后 3 个月分别为 15.5、19.0、18.5 cm,20.0、24.0、24.5 cm,25.0、28.0、32.0 cm;术后 6 个月分别为 15.8、19.0、19.5 cm,18.0、22.0、24.5 cm,25.0、27.0、32.0 cm。术后 14 d 人体成分分析指标:体重 71.2 kg;左上肢肌肉均衡为 4.05 kg,右上肢为 2.80 kg;左上肢生物电阻抗为 203.8 Ω ,右上肢为 321.7 Ω 。术后 6 个月末次随访时,患侧肢体周径恢复至术前健侧水平,效果较佳。见图 1、2。

3 讨论

根据发病机制,肢体水肿可分为炎症水肿、静脉水肿和淋巴水肿 3 种类型,且三者可混合发生并相互影响^[14]。肌肉骨骼损伤、烧伤、腹部损伤或关键淋巴区域损伤均可引发 PTL,其表现除肢体水肿外,还可能包括腹部肿胀(如乳糜漏)等^[6,15]。单独研究 PTL 的诊断与治疗具有重要临床意义:(1)PTL 易被误诊为炎性或静脉性水肿,沿用常规诊疗思路可能造成随访率偏低和手术延迟,建立相应的早期诊断路径有助于及早进行手术干预^[16];(2)创伤常导致广泛的血管与软组织损伤,使淋巴修复的难度较高,有必要针对 PTL 开展专门的手术技术研究^[17]。

PTL 的影像诊断依赖 LSG 和 NIRFI。LSG 用 ^{99m}Tc 在核素闪烁扫描下显示淋巴回流路径及淋巴结,对比双侧判断淋巴回流是否受阻或中断^[18];NIRFI 用吲哚菁绿荧光染料在近红外激光激发下对淋巴进行实时成像,根据淋巴液流速与真皮反流评估淋巴回流情况及水肿分期^[19]。在本研究中,2 种技术呈序贯应用:先 LSG 整体评估,明确淋巴回流受阻或中断区域;术前 NIRFI 设计切口并体表验证。因吲哚菁绿荧光穿透力弱^[20],深层淋巴管显示不清,术中仍需 LSG 指导。本组 7 例患者均经此联合

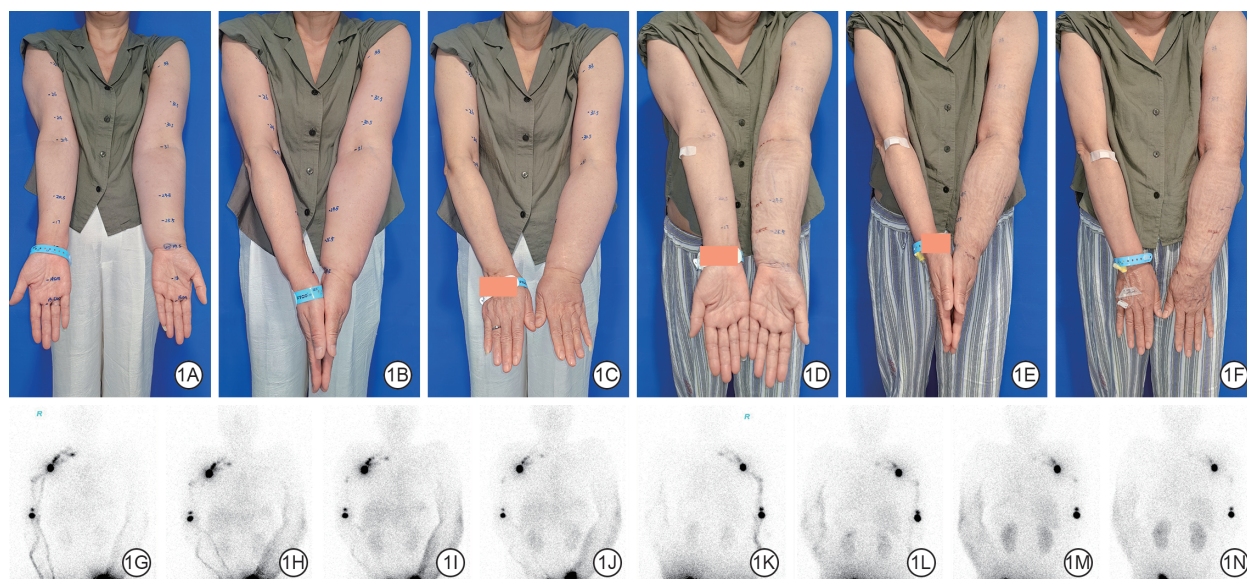


图 1 1 例左侧上肢创伤后淋巴水肿患者采用多节段淋巴管静脉吻合术治疗前后大体情况及术前淋巴闪烁扫描检查情况。1A、1B、1C. 分别为术前双上肢的掌侧面、桡侧面、背侧面, 可见左侧上肢较右侧明显肿胀; 1D、1E、1F. 分别为术后 3 d 双上肢的掌侧面、桡侧面、背侧面, 可见左侧上肢较右侧肿胀情况分别较图 1A、1B、1C 有所减轻; 1G、1H、1I、1J. 分别为术前正面淋巴闪烁扫描注射 ^{99m}Tc 核素造影剂后 10 min、1 h、3 h、6 h 双上肢淋巴液的回流情况, 可见左侧上肢淋巴回流受阻(几乎未见显影); 1K、1L、1M、1N. 分别为 1G、1H、1I、1J 对应背面淋巴闪烁扫描图

Figure 1 Gross appearance before and after multisegmental lymphatic-venous anastomosis and preoperative lymphoscintigraphy detection findings in a patient with post-traumatic lymphedema of the left upper extremity

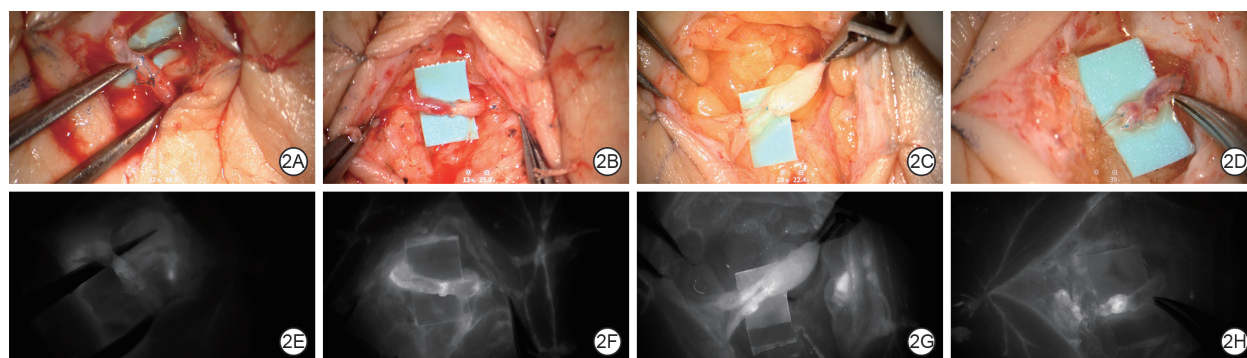


图 2 1 例左侧上肢创伤后淋巴水肿患者行多节段淋巴管静脉吻合术中于荧光手术显微镜下自然光与荧光模式下吻合情况。2A. 自然光模式下于手背远端切口将 1 根淋巴管与静脉端端吻合后; 2B. 自然光模式下于手背近端切口将 1 根淋巴管与静脉端端吻合后; 2C. 自然光模式下于前臂切口将 2 根淋巴管套入静脉吻合后; 2D. 自然光模式下于上臂切口将 2 根淋巴管套入静脉吻合后; 2E、2F、2G、2H. 分别对应 2A、2B、2C、2D 荧光模式状态, 可见淋巴液均顺利通过吻合口

Figure 2 Intraoperative anastomosis findings under natural light and fluorescence modes of a fluorescence surgical microscope during multisegmental lymphatic-venous anastomosis in a patient with post-traumatic lymphedema of the left upper extremity

影像评估后, 术中顺利识别功能性集合淋巴管并完成淋巴管与静脉的吻合, 提示该策略有助于精准定位目标淋巴管。

早期诊断 PTL 的体征检查主要包括 Stemmer 征检查、人体成分分析及周径测量。Stemmer 征对淋巴水肿具有较强特异性, 有助于区分创伤后炎症性水肿、静脉性水肿等^[21]。人体成分分析可显示肢体生物电阻抗变化以及细胞外液变化所致肌肉含量和均衡改变^[22], 在 5 kHz 频率下测得的肢体生物电

阻抗数值可客观评估病情与疗效^[23]。周径测量以骨性标志为参照, 可对比双侧肢体周径, 能直观显示肢体周径缩小趋势, 但其受人为因素影响较大, 故本研究所有周径测量均由同一名医师完成。本组 7 例患者术前 Stemmer 征均为阳性, 与文献报道情况^[21]一致, 通过人体成分分析定量评估与周径动态测量, 观察到相关指标呈改善趋势。

本研究探讨一种改良的 LVA 旨在克服现有方案的局限性。在淋巴管吻合数量上, 参考 Yi 等^[24]每

肢吻合 6~8 根淋巴管的建议,结合本组病例特点,共设计至少 5 根淋巴管与静脉吻合:于肢体淋巴管受损部位选取深筋膜浅层的功能性集合淋巴管,至少将 1 根淋巴管与静脉吻合;于肢体淋巴管受损部位以远选取真皮下脂肪浅层的功能性集合淋巴管,至少将 4 根淋巴管与静脉吻合。放弃 LVA 联合吸脂或仅吻合浅层淋巴管的做法,通过近远端不同层次的递进吻合,建立横向和纵向淋巴通路,以有效改善回流。淋巴管吻合方式依据淋巴管与静脉的管径及解剖关系选择:端端吻合适用于淋巴管与静脉管径匹配良好者,是首推方案^[25],虽短期内可能增加静脉系统液体负荷,但健康静脉可代偿,术前需排除静脉系统缺陷^[26];端侧吻合适用于淋巴管直径小于静脉且尚接近时,可降低血管痉挛风险且不影响静脉回流^[27];侧侧吻合适用于淋巴管与静脉平行行走且长度充足时,或用于淋巴结-静脉吻合,可保护淋巴结功能完整性及静脉连续性^[28];套入吻合适用于淋巴管直径小于静脉直径的一半及以上时,将多根淋巴管套入静脉腔内,通过扩大接触面积改善回流^[13]。

Unno 等^[29]及 Ochsner 等^[30]研究表明,下肢淋巴管泵送压力较静脉高,但因淋巴液间歇泵送,在淋巴液泵送间歇期静脉血可反流致吻合口微血栓,因此,本研究强调优选瓣膜功能良好的静脉。功能良好的静脉瓣膜在淋巴液泵送间歇期可维持静脉低压而避免静脉血反流。同样,若淋巴管泵送压力不够^[29],低于静脉压时,则可使静脉血反流而导致 LVA 吻合口失效,因此,建议优选功能性集合淋巴管。需选择吲哚菁绿造影显示泵送良好、节段性回流的功能性集合淋巴管,以防吻合失效。LVA 术后仍然存在血管痉挛及血栓风险,有必要解痉、抗凝^[31],但其有效性尚待验证。通过 LSG 或高频 B 超^[32]直接评估吻合口通畅性,是更为客观的影像学评估方法,但本研究尚未采纳,后续可将其纳入随访体系,与现有临床指标互补,以全面评价多节段 LVA 的远期疗效。

本研究术后所采用的 CDT 方案,在患肢运动康复与皮肤护理的基础上,主要联合 MLLB、MLD、IPC 及平纹编织弹力套。应用 MLLB 时,通过调节层数、张力与宽度形成远端高压、近端低压的梯度;其低延展性使运动时产生高工作压力、休息时维持低静息压,有利于淋巴泵性回流^[33]。MLD 采用 Vodder 首创的静止旋转、泵送、铲送及旋转四项基本手法^[34],基

于 NIRFI 荧光引导的 MLD 亦在临床取得良好效果^[35]。IPC 通过周期性压力变化模拟手法引流,常用于居家管理^[36]。平纹编织弹力套具有低延展性的特点,佩戴期间肢体运动时能产生较高工作压力,适用于 MLLB 治疗 3 个月后的维持期^[37]。本组 7 例患者均接受了包含佩戴 MLLB 与平纹编织弹力套、进行 MLD 与 IPC 的 CDT,术后水肿症状获得持续改善。

本研究结果显示,术前健侧与患侧肢体的手与腕部位周径无明显差异,可能原因如下:样本量小致测量精度有限;该部位脂肪及纤维化增生较其他部位轻;该部位日常活动中体位改变幅度大,重力对水肿影响不恒定。多节段 LVA 后 3 d(未行 CDT)患侧肢体周径即较术前改善,表明手术效果独立于压力治疗。术后 1~6 个月,配合 CDT,患侧肢体周径持续改善,提示 CDT 可维持并增强多节段 LVA 疗效。由于治疗采取手术与 CDT 结合的手段,术后 1、3 及 6 个月的数据并不能独立代表手术效果,因此本研究手术效果分析存在一定的局限性。人体成分分析指标中,肌肉均衡及生物电阻抗能客观反映细胞外液变化^[38],术后 14 d 在 CDT 前,与术前相比,患侧肢体肌肉均衡下降、生物电阻抗上升,提示细胞外液减少,手术效果显著;患者体重亦较术前减轻,与文献报道情况^[39]一致,这可能与 LVA 引流的淋巴液经静脉系统进入体循环后由肾脏排出体外有关^[13]。

本研究提出了一种可能更优的 LVA 方案。除 LVA 外,VLNT 已广泛用于淋巴水肿治疗,未来联合多节段 LVA 与 VLNT 的疗效值得探索。此外,CDT 亦不可忽视,新型保守治疗(如 NIRFI 荧光引导的 MLD、弹性治疗贴布)结合手术,可能巩固或增强手术效果。然而本研究也存在病例数少、随访时间短的局限,未来需开展多中心前瞻性随机对照试验验证相关结论。

综上,在 PTL 外科治疗中,应用多节段 LVA 可以缩小患侧肢体周径,有效改善水肿症状,联合 CDT 能持续增强疗效,值得临床推广应用。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王俊杰:研究设计、论文撰写、论文修改;王学斌:数据整理、资料收集;王儿萍:数据整理、统计分析;唐寅:资料收集、治疗随访;郭宗慧:实施治疗、论文修改、资金支持

参考文献

- [1] Ujiie N, Kume T. Mechanical forces in lymphatic vessel development: focus on transcriptional regulation[J]. Front

- Physiol,2022,13:1066460.DOI:10.3389/fphys.2022.1066460.
- [2] Manrique OJ, Bustos SS, Ciudad P, et al. Overview of lymphedema for physicians and other clinicians: a review of fundamental concepts[J]. Mayo Clin Proc, 2022, 97(10): 1920-1935.DOI:10.1016/j.mayocp.2020.01.006.
- [3] Sudduth CL, Greene AK. Primary lymphedema: update on genetic basis and management[J]. Adv Wound Care (New Rochelle),2022,11(7):374-381.DOI:10.1089/wound.2020.1338.
- [4] Hossain L, Gomes KP, Safarpour S, et al. The microenvironment of secondary lymphedema. The key to finding effective treatments? [J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis,2025,1871(3):167677.DOI:10.1016/j.bbdis.2025.167677.
- [5] Dahl VA, Tadisina KK, Hale E, et al. Techniques and outcomes in microsurgical treatment of posttraumatic lymphedema: a systematic review[J]. J Reconstr Microsurg, 2024, 40(8): 635-641.DOI:10.1055/a-2257-5345.
- [6] Minasian RA, Samaha Y, Brazio PS. Post-traumatic lymphedema: review of the literature and surgical treatment options[J]. Plast Aesthet Res,2022,9:18-27.
- [7] Hirche C. Autologous breast reconstruction in conjunction with lymphatic microsurgery in breast cancer-related lymphedema[J]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2022, 54(4): 326-338.DOI:10.1055/a-1868-5527.
- [8] Lee JW, Lee TY, Moon KC, et al. Lymphatic complex transfer as combined lymph vessel and node transfer for advanced stage upper extremity lymphedema[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2023, 11(4): 824-831. e3. DOI: 10.1016/j.jvsv.2023.02.003.
- [9] Meroni M, Martini F, Scaglioni MF. Systematic review of vascularized lymphatic vessel transfer for the treatment and prevention of lymphedema[J/OL]. J Reconstr Microsurg, 2026(2026-05-14) [2026-08-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41730302/>. DOI: 10.1055/a-2817-4854. [published online ahead of print].
- [10] 常颢,夏松,孙宇光,等.联合应用抽吸减容术与淋巴静脉吻合术治疗下肢继发性淋巴水肿的临床效果[J].中华外科杂志, 2017, 55(4): 274-278. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.04.008.
- [11] Koshima I, Inagawa K, Urushibara K, et al. Supermicrosurgical lymphaticovenular anastomosis for the treatment of lymphedema in the upper extremities[J]. J Reconstr Microsurg, 2000, 16(6): 437-442. DOI: 10.1055/s-2006-947150.
- [12] Lin CH, Yamamoto T. Supermicrosurgical lymphovenous anastomosis[J]. J Chin Med Assoc, 2024, 87(5): 455-462. DOI: 10.1097/JCMA.0000000000001088.
- [13] Wang C, Li B, Zhong Z, et al. The "Overlapping" Lymphaticovenous Anastomosis: an overlapped end-to-end anastomosis supermicrosurgical technique[J]. BMC Surg, 2024, 24(1): 277. DOI: 10.1186/s12893-024-02568-z.
- [14] Markarian B, Toro C, Moreira K, et al. Assessment modalities for lower extremity edema, lymphedema, and lipedema: a scoping review[J]. Cureus, 2024, 16(3): e55906. DOI: 10.7759/cureus.55906.
- [15] Liao CD, Kuruvilla AS, Krajewski A. A scoping literature review of post-traumatic lymphedema: where are we now? [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2022, 75(7): 2387-2440. DOI: 10.1016/j.bjps.2022.02.059.
- [16] Dahl VA, Tadisina KK, Xu KY. Limb salvage and treatment of posttraumatic lymphedema in a mangled lower extremity[J]. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2024, 12(10): e6209. DOI: 10.1097/GOX.0000000000006209.
- [17] Pereira N, Oñate V, Roa R. A comprehensive approach to posttraumatic lymphedema surgical treatment[J]. Arch Plast Surg, 2023, 50(4): 422-431. DOI: 10.1055/s-0043-1768645.
- [18] 唐泽耀,邓呈亮.影像学技术在淋巴水肿诊疗中的应用进展[J/OL].中华损伤与修复杂志(电子版),2024,19(3):266-270. <https://rs.yiigle.com/cmaid/1555464>. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2024.03.014.
- [19] van Heumen S, Riksen J, Bramer WM, et al. Imaging of the lymphatic vessels for surgical planning: a systematic review [J]. Ann Surg Oncol, 2023, 30(1): 462-479. DOI: 10.1245/s10434-022-12552-7.
- [20] Ou C, Luo Y, He L, et al. Application of fluorescence endoscopy with methylene blue dye and indocyanine green dual-tracer method in sentinel lymph node biopsy for women with breast cancer [J]. Gland Surg, 2023, 12(6): 780-790. DOI: 10.21037/gs-22-469.
- [21] Kamijo E, Ishizuka K, Shikino K, et al. Physical findings and tests useful for differentiating lymphedema[J]. J Gen Fam Med, 2021, 22(4): 227-228. DOI: 10.1002/jgf2.425.
- [22] Kim MG, Son WC, Kwon JG, et al. Clinical utility of bioimpedance analysis for upper limb lymphedema with surgical treatment[J]. Lymphat Res Biol, 2025, 23(1): 39-45. DOI: 10.1089/lrb.2022.0094.
- [23] Son WC, Kwon JG, Hong JP, et al. Clinical utility of bioelectrical impedance analysis parameters for evaluating patients with lower limb lymphedema after lymphovenous anastomosis [J]. J Reconstr Microsurg, 2023, 39(3): 171-178. DOI: 10.1055/s-0042-1750126.
- [24] Yi L, Jiang Y, Xu L, et al. Optimizing strategies for lymphaticovenular anastomosis in lower secondary extremity lymphedema[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2025, 13(1): 101984. DOI: 10.1016/j.jvsv.2024.101984.
- [25] Kwon JG, Jeong S, Pak CJ, et al. Comparative analysis between side-to-end and end-to-end lymphaticovenous anastomosis for secondary lower limb lymphedema[J]. Plast Reconstr Surg, 2022, 150(5): 1138-1148. DOI: 10.1097/PRS.0000000000009647.
- [26] Park JW, Kang JM, Choi SY, et al. Comparison of the rate of concomitant proximal venous stenosis between the upper and lower extremities in patients with secondary lymphedema undergoing lymphaticovenous anastomosis[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2025, 13(1): 101947. DOI: 10.1016/j.jvsv.2024.101947.
- [27] Motomiya M, Watanabe N, Ota M, et al. A simple free flap strategy using end-to-side anastomosis to the main vessels in injured extremity[J]. JPRAS Open, 2023, 38: 48-59. DOI: 10.1016/j.jpra.2023.08.003.
- [28] Liu Y, Jiang Y, Zhao Z, et al. A functional deep cervical lymphovenous anastomosis model in APP/PS1 mice augmenting cerebral lymphatic drainage[J]. J Neurosci Methods, 2026, 432: 110779. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2026.110779.
- [29] Unno N, Nishiyama M, Suzuki M, et al. A novel method of measuring human lymphatic pumping using indocyanine green fluorescence lymphography[J]. J Vasc Surg, 2010, 52(4): 946-952. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.04.067.
- [30] Ochsner Jr A, Colp Jr R, Burch GE. Normal blood pressure in the superficial venous system of man at rest in the supine position[J]. Circulation, 1951, 3(5): 674-680. DOI: 10.1161/01.cir.3.5.674.

- [31] Zhang W, Li J, Liang J, et al. Coagulation in lymphatic system[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 762648. DOI: 10.3389/fcvm.2021.762648.
- [32] 唐泽耀, 刘融, 邓呈亮. 超声技术在淋巴水肿诊断和治疗中的应用研究进展[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2026, 42(3): 297-302. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20250228-00104.
- [33] Duygu-Yildiz E, Bakar Y, Hizal M. The effect of complex decongestive physiotherapy applied with different compression pressures on skin and subcutaneous tissue thickness in individuals with breast cancer-related lymphedema: a double-blinded randomized comparison trial[J]. *Support Care Cancer*, 2023, 31(7): 383. DOI: 10.1007/s00520-023-07843-y.
- [34] Thompson B, Gaitatzis K, Janse de Jonge X, et al. Manual lymphatic drainage treatment for lymphedema: a systematic review of the literature[J]. *J Cancer Surviv*, 2021, 15(2): 244-258. DOI: 10.1007/s11764-020-00928-1.
- [35] Zeng Y, Liu G, Peng Z, et al. Application of complete decongestive therapy in patients with secondary bilateral lower limb lymphedema after comprehensive treatment of gynecological malignant tumor[J]. *Lymphat Res Biol*, 2024, 22(1): 60-65. DOI: 10.1089/lrb.2023.0029.
- [36] Kim Y, Kim S, Lim JY, et al. Home-based intermittent pneumatic compression therapy: the impact in chronic leg lymphedema in patients treated for gynecologic cancer[J]. *Healthcare (Basel)*, 2022, 10(4): 638. DOI: 10.3390/healthcare10040638.
- [37] McKeown B, Ehmann S, Davis S, et al. Categorising compression garments and accessories for upper-body lymphoedema[J]. *J Wound Care*, 2025, 34(S11c): S30-S35. DOI: 10.12968/jowc.2025.34.S11c.S30.
- [38] Son WC, Kim SA, Kim AH, et al. Effects of forearm resistance exercises on breast cancer-related lymphedema using segmental bioelectrical impedance analysis: a pilot randomized controlled trial[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(23): 7200. DOI: 10.3390/jcm13237200.
- [39] Hara H, Mihara M. Lymphaticovenous anastomosis reduces pain in selected patients with lower limb lymphedema[J]. *J Plast Reconstr Surg*, 2026, 5(3): 153-157. DOI: 10.53045/jprs.2025-0056.