

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.09.025

# 双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植对手足烧伤后瘢痕挛缩患者免疫功能及炎症因子水平的影响

袁彬, 杨瑞萍, 刘斌

(保定市第五医院烧伤整形科, 河北 保定 071000)

**[摘要]**目的 分析双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植治疗手足烧伤后瘢痕挛缩的效果及对患者免疫功能、炎症因子水平的影响。方法 选取保定市第五医院烧伤整形科2023年5月-2025年5月收治的86例手足烧伤后瘢痕挛缩患者为研究对象, 根据入院时间顺序分为对照组、研究组, 每组43例。对照组实施自体中厚皮移植治疗, 研究组实施双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植, 比较两组修复效果、免疫功能及炎症因子水平。结果 研究组修复后各项VSS评分及总分均低于对照组 ( $P<0.05$ ); 研究组术后7 d IgA、IgG、IgM、IL-2、IFN- $\gamma$ 水平高于对照组, IL-6水平低于对照组 ( $P<0.05$ )。结论 双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植用于手足烧伤后瘢痕挛缩修复效果确切, 可同步调节免疫及炎症反应水平, 值得临床应用。

**[关键词]** 人工真皮; 自体瘢痕表皮移植; 瘢痕挛缩; 免疫功能; 炎症因子水平

**[中图分类号]** R622+1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4949 (2026) 09-0100-05

## Effect of Bilayer Artificial Dermis Combined with Autologous Scar Epidermis Graft on Immune Function and Inflammatory Factor Levels in Patients with Post-burn Scar Contracture of Hands and Feet

YUAN Bin, YANG Ruiping, LIU Bin

(Department of Burn and Plastic Surgery, the Fifth Hospital of Baoding, Baoding 071000, Hebei, China)

**[Abstract]Objective** To analyze the efficacy of bilayer artificial dermis combined with autologous scar epidermis graft in the treatment of post-burn scar contracture of hands and feet and its influence on immune function and inflammatory factor levels.

**Methods** A total of 86 patients with post-burn scar contracture of hands and feet admitted to the Department of Burn and Plastic Surgery, the Fifth Hospital of Baoding from May 2023 to May 2025 were selected as the research subjects. According to the admission order, they were divided into the control group and the study group, with 43 patients in each group. The control group received autologous intermediate-thickness skin grafting, and the study group received bilayer artificial dermis combined with autologous scar epidermis grafting. The repair effect, immune function and inflammatory factor levels were compared between the two groups. **Results** After operation, the scores of all dimensions of VSS and total score in the study group were lower than those in the control group ( $P<0.05$ ). At 7 days after operation, the levels of IgA, IgG, IgM, IL-2 and IFN- $\gamma$  were higher than those in the control group, and the level of IL-6 was lower than that in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Bilayer artificial dermis combined with autologous scar epidermis graft has a definite effect in repairing post-burn scar contracture of hands and feet, and can simultaneously regulate immune and inflammatory responses, which is worthy of clinical application.

**[Key words]** Artificial dermis; Autologous scar epidermis graft; Scar contracture; Immune function; Inflammatory factor levels

基金项目: 保定市第五医院院士合作重点项目 (编号: 235A9905D)

第一作者: 袁彬 (1980.1-), 男, 河北定州人, 本科, 副主任医师, 主要从事烧伤整形美容方面工作

手足部位 (hand and foot parts) 是热力烧伤的高发区域, 烧伤后创面愈合过程中受胶原纤维过度增生影响, 易引发瘢痕挛缩畸形并导致关节活动受限, 严重影响患者日常生活质量<sup>[1]</sup>。自体中厚皮移植是目前临床用于手足烧伤后瘢痕挛缩修复的常用术式, 中厚皮片含真皮网状层, 具有良好的功能适配性; 皮片成活率高且成活后接近正常皮肤力学特性, 但该术式存在供皮区二次损伤、皮片收缩明显、瘢痕复发率高等局限性<sup>[2, 3]</sup>。有研究表明<sup>[4, 5]</sup>, 自体中厚皮移植术后受炎症反应失衡及免疫功能抑制等因素影响, 常导致创面愈合不良, 进一步加重瘢痕增生。因此, 亟需探索更优的修复方案。随着生物学材料的进一步发展, 双层人工真皮的出现为烧伤后瘢痕修复提供了更好的选择, 其凭借仿生三维支架结构, 可引导成纤维细胞有序增殖、胶原纤维定向排列, 从而为创面修复创造了良好的微环境<sup>[6]</sup>。自体瘢痕表皮移植则能进一步避免对正常皮肤供皮区的损伤, 同时保留表皮细胞的再生功能<sup>[7]</sup>。基于此, 本研究旨在分析双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植治疗手足烧伤后瘢痕挛缩的效果及对患者免疫功能、炎症因子水平的影响, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取保定市第五医院烧伤整形科2023年5月-2025年5月收治的86例手足烧伤后瘢痕挛缩患者, 根据入院时间顺序分为对照组、研究组, 每组43例。对照组男25例, 女18例; 年龄24~60岁, 平均年龄 (42.91 ± 5.64) 岁; 烧伤位置: 手部19例, 足背部24例; VSS评分10~13分, 平均VSS评分 (11.37 ± 0.45) 分。研究组男24例, 女19例; 年龄22~61岁, 平均年龄 (43.27 ± 5.39) 岁; 烧伤位置: 手部17例, 足背部26例; VSS评分10~14分, 平均VSS评分 (11.45 ± 0.52) 分。两组性别、年龄、烧伤位置及VSS评分比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 研究可比。所有患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 均为热力烧伤所致瘢痕挛缩畸形患者; 伴有不同程度关节活动受限、外观畸形, 具备手术修复指征;

VSS评分 ≥ 10分; 创面基底条件良好, 均无肌腱或骨骼外露。排除标准: 瘢痕疙瘩体质; 合并活动性感染、创面未愈合; 电烧伤、化学烧伤者; 合并糖尿病、免疫缺陷或长期激素药物使用史者。

### 1.3 方法

1.3.1 对照组 采用自体中厚皮移植治疗: 术前完善血常规、肝肾功能、凝血功能及血糖检测, 术前1 d彻底清洁手术区域及供皮区, 剔除局部毛发, 使用碘伏消毒后无菌包扎。术前严格禁食禁饮8 h, 术前30 min静脉输注广谱抗生素预防感染。依照患者情况采用全面或局部神经阻滞麻醉, 术中沿瘢痕挛缩轴线做梭形切口, 逐层切开皮肤及皮下组织, 彻底松解瘢痕粘连组织, 轻柔牵拉复位, 恢复手足关节正常解剖位置及活动度。后使用生理盐水反复冲洗创面, 清除坏死组织、血凝块及异物, 修剪创面边缘至平整, 采用电凝或结扎方式彻底止血, 确保创面血供良好。选取大腿内侧、腹部等皮肤质地与手足部位接近、隐蔽且血供丰富的区域作为供皮区, 使用取皮刀精准采集0.3~0.5 mm的中厚皮片, 采集面积大于创面10%~15%, 采集后对供皮区进行加压止血, 覆盖无菌凡士林纱布及弹力绷带包扎固定。采集的中厚皮片使用生理盐水浸泡保湿, 修剪成与创面匹配的形状, 平铺于处理后的创面上并使用无菌纱布轻轻按压。去除皮片下气泡及残留血凝块后, 采用可吸收缝线间断缝合固定皮片边缘, 缝合间距约0.5 cm, 最后用凡士林纱布覆盖创面, 以无菌纱布、弹力绷带加压包扎, 包扎力度以能伸入一指为宜, 将手足关节固定于功能位, 减少术后活动对皮片的牵拉。术后密切监测生命体征及创面渗血、渗液情况, 静脉输注广谱抗生素3~5 d。

1.3.2 研究组 采用双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植治疗: 依照患者情况采用全麻或局部神经阻滞麻醉, 术前处理与对照组一致, 术中沿瘢痕挛缩轴线做梭形切口, 逐层切开皮肤及皮下组织, 彻底松解瘢痕组织及关节周围粘连, 轻柔复位关节至正常解剖位置, 使用生理盐水反复冲洗创面, 修剪创面边缘至平整后



采用电凝止血, 确保创面无活动性出血、血供良好。依据创面大小及形状, 精准修剪双层人工真皮, 去除人工真皮表面的保护膜, 将其平铺于处理后创面上, 确保其同创面基底紧密贴合, 无褶皱、无空隙。后采用可吸收缝线将人工真皮边缘与创面边缘间断缝合固定, 缝合间距约0.5 cm, 防止人工真皮移位。随后选取患者自身非功能区、瘢痕较薄且血供较好的部位, 用取皮刀精准采集0.02~0.03 mm的表皮片, 使用生理盐水浸泡保湿, 后平铺于双层人工真皮表面, 使用无菌纱布轻轻按压, 使表皮片与人工真皮紧密贴合, 去除表皮片下的气泡。若创面较大, 可分块采集表皮片拼接移植, 确保完整覆盖人工真皮表面。移植完成后, 采用凡士林纱布覆盖创面并以无菌纱布、弹力绷带加压包扎。术后抬高患肢, 密切监测生命体征及创面情况, 排查渗血、渗液、异味等感染迹象及移植组织排斥反应, 静脉输注广谱抗生素3~5 d。术后7~10 d观察人工真皮与创面的融合情况, 确认无排斥反应后逐渐减少包扎力度。两组均于术后2周开始被动关节训练, 4周过渡到主动训练。

#### 1.4 观察指标

1.4.1 评估两组修复效果 随访6个月, 采用温哥华瘢痕量表 (Vancouver Scar Scale, VSS) 评分进行修复效果评估, 包含色泽 (0~3分)、血管分布 (0~3分)、厚度 (0~4分)、柔软度 (0~5分) 4个维

度, 总分15分, 评分与瘢痕严重程度呈负相关。

1.4.2 评估两组免疫功能 术前及术后7 d采集患者空腹外周静脉血5 ml, 离心处理 (3000 r/min, 离心半径8 cm, 离心10 min) 后获取上清液待检, 使用全自动特定蛋白分析仪, 采用免疫散射比浊法测定免疫球蛋白A (IgA)、免疫球蛋白G (IgG)、免疫球蛋白M (IgM) 水平。

1.4.3 测定两组炎症因子水平 术前及术后7 d于患者清晨空腹状态下采集肘正中静脉血5 ml, 血液样本采集后立即置于EDTA抗凝管中, 3000 r/min离心15 min, 分离上层血清后采用全自动酶标仪经双抗体夹心酶联免疫吸附试验测定白细胞介素-2 (IL-2)、白细胞介素-6 (IL-6)、 $\gamma$ -干扰素 (IFN- $\gamma$ ) 水平。

1.5 统计学方法 采用SPSS 23.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示, 行t检验; 计数资料以[n (%)]表示, 行 $\chi^2$ 检验;  $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组修复效果比较 研究组修复后VSS各项评分及总分均低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 见表1。

2.2 两组免疫功能比较 研究组术后7 d IgA、IgG、IgM水平均高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 见表2。

2.3 两组炎症因子水平比较 研究组术后7 d IL-2、IFN- $\gamma$ 水平高于对照组, IL-6水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 见表3。

表1 两组修复效果比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	n	色泽		血管分布		厚度	
		修复前	修复后	修复前	修复后	修复前	修复后
研究组	43	2.24 ± 0.51	1.02 ± 0.35	2.01 ± 0.46	1.12 ± 0.43	2.75 ± 0.44	1.14 ± 0.38
对照组	43	2.16 ± 0.48	1.29 ± 0.43	2.07 ± 0.52	1.36 ± 0.39	2.83 ± 0.49	1.33 ± 0.41
t		0.749	3.193	0.567	2.711	0.797	2.229
P		0.456	0.002	0.572	0.008	0.428	0.029

  

组别	柔软度		总分	
	修复前	修复后	修复前	修复后
研究组	3.06 ± 0.55	1.09 ± 0.42	10.06 ± 1.41	4.37 ± 1.15
对照组	3.15 ± 0.48	1.31 ± 0.37	10.21 ± 1.64	5.29 ± 1.48
t	0.808	2.577	0.455	3.219
P	0.421	0.012	0.650	0.002

表2 两组免疫功能比较 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)

组别	n	IgA		IgG		IgM	
		术前	术后 7d	术前	术后 7d	术前	术后 7d
研究组	43	1.17 ± 0.31	1.86 ± 0.42	8.35 ± 1.23	10.74 ± 1.57	0.93 ± 0.17	1.35 ± 0.24
对照组	43	1.21 ± 0.28	1.65 ± 0.37	8.42 ± 1.19	9.86 ± 1.35	0.89 ± 0.21	1.06 ± 0.15
t		0.628	2.460	0.268	2.787	0.971	6.719
P		0.532	0.016	0.789	0.007	0.334	0.000

表3 两组炎症因子水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ , ng/L)

组别	n	IL-2		IL-6		IFN- $\gamma$	
		术前	术后 7d	术前	术后 7d	术前	术后 7d
研究组	43	3.14 ± 0.48	6.27 ± 1.14	28.16 ± 3.29	11.63 ± 1.82	4.06 ± 0.71	8.16 ± 1.12
对照组	43	3.21 ± 0.56	4.95 ± 1.26	28.45 ± 3.07	15.29 ± 2.13	4.15 ± 0.64	6.25 ± 1.37
t		0.622	5.094	0.423	8.566	0.617	7.078
P		0.535	0.000	0.674	0.000	0.539	0.000

### 3 讨论

瘢痕挛缩是烧伤后患者临床常见的功能障碍性并发症,常导致关节活动受限、外观畸形,严重影响患者生活质量<sup>[8]</sup>。临床实践表明<sup>[9-10]</sup>,传统自体中厚皮移植虽可修复创面,但存在供皮区损伤、皮片收缩及瘢痕复发等问题,且术后炎症反应与免疫抑制常制约修复效果。因此,探索更安全有效的修复方案具有重要临床意义。

本研究结果显示,研究组修复后VSS各项评分及总分均低于对照组( $P < 0.05$ )。分析认为,烧伤后创面愈合过程中胶原纤维的过度增生及排列紊乱是导致瘢痕挛缩的核心原因<sup>[11]</sup>。本研究中,对照组采用的自体中厚皮移植虽能覆盖创面,但中厚皮片本身包含较多的真皮胶原,移植后易发生收缩。此外,供皮区的二次损伤可能诱发新的瘢痕增生,进而影响关节功能恢复。相比之下,双层人工真皮具有仿生三维支架结构,可引导成纤维细胞有序增殖及胶原纤维定向排列,通过模拟正常皮肤的真皮层结构减少瘢痕组织无序增生<sup>[12]</sup>。自体瘢痕表皮移植避免了对正常皮肤供皮区的损伤,且瘢痕表皮细胞保留了部分表皮功能,同时减少了创面愈合过程中的炎症刺激,从而降低瘢痕挛缩的风险,提升修复效果。另有

研究表明<sup>[13]</sup>,烧伤后患者的体液免疫功能均处于抑制状态,主要与烧伤后大量炎症介质释放、免疫细胞功能受损有关。本研究术后7 d IgA、IgG、IgM水平均高于对照组( $P < 0.05$ ),提示该方案能更有效地促进患者免疫功能恢复。本研究采用的双层人工真皮具有良好的生物相容性,可减少异物反应对免疫功能的干扰。此外,自体瘢痕表皮移植避免了对正常组织的额外损伤;且瘢痕表皮细胞可分泌多种细胞因子,促进了B淋巴细胞向浆细胞的分化,从而增强了免疫球蛋白的合成与分泌,为创面愈合及瘢痕修复提供了良好的免疫微环境。

本研究结果显示,研究组术后7 d IL-2、IFN- $\gamma$ 水平高于对照组,IL-6水平低于对照组( $P < 0.05$ )。IL-6作为关键促炎因子,烧伤后过度释放会导致组织水肿、细胞损伤及胶原合成异常,是促进瘢痕增生的重要介质<sup>[14]</sup>。IL-2、IFN- $\gamma$ 可通过激活免疫细胞、抑制促炎因子表达,发挥抗炎及组织修复作用<sup>[15]</sup>。对照组自体中厚皮移植过程中,供皮区损伤及皮片移植的异物刺激会进一步激活炎症通路,导致IL-6持续高表达,IL-2、IFN- $\gamma$ 分泌受到抑制。双层人工真皮的生物支架结构可通过激活巨噬细胞表面的TLR4

信号通路调控其极化方向,抑制促炎型M1巨噬细胞表型转化,减少其在创面局部的浸润程度,进而抑制促炎因子IL-6的基因表达与蛋白合成释放,阻断炎症反应的级联放大效应。同时,自体瘢痕表皮移植后的表皮细胞可分泌IL-2、IFN- $\gamma$ 等细胞因子,激活外周血中Th1淋巴细胞的免疫应答并上调抗炎因子的分泌水平,实现炎症反应的动态平衡调控。整体来看,双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植具有免疫与炎症的双向调节作用,可有效减轻手足烧伤后瘢痕组织的慢性炎症浸润,降低瘢痕组织中肌成纤维细胞的活性,从而在组织修复层面优化手足烧伤瘢痕挛缩的临床修复效果。

综上所述,双层人工真皮联合自体瘢痕表皮移植可优化手足烧伤瘢痕挛缩的修复效果,同时调节患者免疫与炎症状态,可作为修复该类瘢痕的优选方案。

#### [参考文献]

- [1]王若宇,陈伟,许勋,等.烧伤患儿329例流行病学调查及全身炎症反应综合征危险因素分析[J].昆明医科大学学报,2024,45(5):123-129.
- [2]王振君,潘孙峰,方高丰,等.老年中厚皮供皮区回植自体刃厚皮疗效观察[J].中华全科医学,2022,20(5):773-776.
- [3]徐培,张红玲,童欢,等.保湿促脱痂结合自体大张中厚皮片移植修复手部深度烧伤创面的远期效果[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(7):402-404,410.
- [4]李竺憬,黄清江,刘鸿雁,等.脱细胞异体真皮联合自体刃厚皮移植在大面积烧伤创面修复中的应用[J].中国美容医学,2025,34(4):55-59.
- [5]白冰,许梅,王静,等.严重烧伤围植皮期IG%、CD54<sup>+</sup>EMPs、PCT联合对继发SIRS的预测价值[J].南昌大学学报(医学版),2025,65(4):78-85.
- [6]张彬柱,陶凯.人工真皮在大面积烧伤后瘢痕挛缩治疗中的临床疗效[J].中国美容整形外科杂志,2022,33(11):646-649,671.
- [7]杨惠忠,徐正鹏,原博,等.自体表皮细胞悬液与网状自体刃厚皮移植联合治疗深II度烧伤创面的临床研究[J].组织工程与重建外科杂志,2024,20(4):411-415.
- [8]牛雪涛,赵举辉.吻合血管扩张皮瓣修复大面积烧伤患者瘢痕挛缩畸形美容效果研究[J].陕西医学杂志,2022,51(8):974-977.
- [9]王大鹏,随永敏,吴首臣,等.脱细胞异体真皮基质复合自体刃厚皮移植治疗深度烧伤创面的疗效研究[J].中国美容医学,2025,34(8):70-73.
- [10]邝江波,王永飞,谭成波,等.改良自体中厚皮片在修复功能部位深度烧伤创面中的应用[J].中国美容医学,2023,32(2):39-42.
- [11]贺伟峰,闫凌峰.巨噬细胞在创面愈合中的调节作用及其相关机制[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(2):106-113.
- [12]桑晨,王栋,丁金艳,等.人工真皮在重度烧伤患者关节瘢痕挛缩松解术后创面修复中的应用效果分析[J].中国烧伤创疡杂志,2022,34(6):430-433,440.
- [13]李孝建,汤文彬.重视严重烧伤后期并发持续炎症-免疫抑制-分解代谢综合征[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(5):407-410.
- [14]张燕,辛焱,舒玲.WBC、PCT、IL-6、hs-CRP、SAA联合检测对重度烧伤患者死亡风险的早期评价效能[J].大连医科大学学报,2025,47(1):24-32.
- [15]张成书,王俊,李恒,等.烧伤患者血清炎症因子、AngII、可溶性选择素及CD46变化[J].分子诊断与治疗杂志,2022,14(7):1145-1148.

收稿日期: 2026-3-8 编辑: 刘雯