

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.05.025

非聚焦平面超声治疗仪在术后瘢痕粘连中的应用

富秋涛¹, 周业松²

(1. 石家庄市中医院皮肤科, 河北 石家庄 050051;

2. 涪陵周业松医疗美容诊所皮肤科, 重庆 408000)

[摘要]目的 探讨非聚焦平面超声治疗仪在术后瘢痕粘连中的应用。方法 选取2025年1月-6月于涪陵周业松医疗美容诊所就诊的120例术后瘢痕粘连患者, 按随机数字表法分为对照组与试验组, 每组60例。对照组采用常规康复治疗, 试验组在对照组基础上采用非聚焦平面超声治疗仪进行治疗, 比较两组瘢痕改善情况、局部循环与肿胀、临床症状改善情况、临床疗效及不良反应发生情况。结果 试验组治疗2、4周后瘢痕硬度均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗4周后瘢痕外观评分低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗4周后局部血流增加及周径差均优于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗2、4周后VAS评分均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗4周后痉挛发作频率低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗总有效率为95.00%, 高于对照组的81.67%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 两组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论 非聚焦平面超声治疗仪能够有效改善术后瘢痕粘连, 促进局部血液循环, 缓解肿胀、疼痛及肌肉痉挛, 且未增加不良反应的发生几率, 具有良好的应用价值。

[关键词] 非聚焦平面超声; 术后瘢痕粘连; 瘢痕改善情况

[中图分类号] R454.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 05-0102-05

Application of Non-focused Planar Ultrasound Therapeutic Device in Postoperative Cicatricial Adhesion

FU Qiutao¹, ZHOU Yesong²

(1. Department of Dermatology, Shijiazhuang Traditional Chinese Medicine Hospital, Shijiazhuang 050051, Hebei, China;

2. Department of Dermatology, Fuling ZHOU Yesong Medical Beauty Clinic, Chongqing 408000, China)

[Abstract]**Objective** To investigate the application of non-focused planar ultrasound therapeutic device in postoperative cicatricial adhesion. **Methods** A total of 120 patients with postoperative cicatricial adhesion treated at Fuling ZHOU Yesong Medical Beauty Clinic from January 2025 to June 2025 were selected, and they were divided into the control group and the experimental group by the random number table method, with 60 patients in each group. The control group received routine rehabilitation treatment, and the experimental group was treated with non-focused planar ultrasound therapeutic device on the basis of the control group. The scar improvement, local circulation and swelling, clinical symptom improvement, clinical efficacy and adverse reactions were compared between the two groups. **Results** The scar hardness in the experimental group at 2 and 4 weeks after treatment was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The scar appearance score in the experimental group at 4 weeks after treatment was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The local blood flow increase and circumference difference in the experimental group at 4 weeks after treatment were better than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The VAS scores in the experimental group at 2 and

第一作者: 富秋涛 (1967.3-), 男, 北京人, 硕士, 主任医师, 主要从事激光美容与面部年轻化方面工作

通讯作者: 周业松 (1981.9-), 男, 重庆人, 硕士, 主治医师, 主要从事微创美容与私密年轻化方面工作

4 weeks after treatment were lower than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The spasm frequency in the experimental group at 4 weeks after treatment was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The total effective rate of the experimental group (95.00%) was higher than that of the control group (81.67%), and the difference was statistically significant ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Non-focused planar ultrasound therapeutic device can effectively improve postoperative cicatricial adhesion, promote local blood circulation, relieve swelling, pain and muscle spasm, without increasing the risk of adverse reactions, showing good application value.

[Key words] Non-focused planar ultrasound; Postoperative cicatricial adhesion; Scar improvement

术后瘢痕粘连 (postoperative cicatricial adhesion) 是外科手术常见的并发症之一, 其病理本质为创伤修复过程中成纤维细胞过度增殖、胶原纤维异常沉积与排列紊乱, 导致局部组织硬化、弹性下降, 并与周围正常组织形成异常连接, 严重影响患者的功能恢复与生活质量^[1, 2]。传统康复手段如手法松解、物理治疗等虽有一定疗效, 但在深层组织作用方面存在一定局限^[3]。超声治疗作为一种无创、深部穿透的物理因子, 其机械效应与热效应被证实可增加血管及淋巴管的通透性, 从而增加组织灌注, 加速代谢产物排出以有利于瘢痕消退, 并加速软组织代谢与修复过程^[3]。然而, 目前关于非聚焦平面超声在促进软组织修复, 尤其针对瘢痕软化与粘连松解方面的系统研究仍较为有限。基于此, 本研究旨在分析非聚焦平面超声治疗仪在术后瘢痕粘连患者中的应用, 以期为临床提供更充分的循证依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2025年1月-6月于涪陵周业松医疗美容诊所收治的120例术后瘢痕粘连患者作为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组与试验组, 每组60例。对照组男32例, 女28例; 年龄20~64岁, 平均年龄 (45.20 ± 1.50) 岁; 瘢痕病程2~11个月, 平均瘢痕病程 (6.80 ± 2.40) 个月。试验组男30例, 女30例; 年龄22~65岁, 平均年龄 (44.80 ± 1.56) 岁; 瘢痕病程2~12个月, 平均瘢痕病程 (7.10 ± 2.60) 个月。两组性别、年龄、瘢痕病程比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。本研究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: ①有明确外伤或手术后瘢痕形成; ②瘢痕部位伴有僵硬、粘连感

或活动受限; ③瘢痕部位存在局灶性、节律性抽动。排除标准: ①瘢痕体质; ②治疗区域存在感染、溃疡或皮肤病。

1.3 方法

1.3.1 对照组 接受常规康复治疗: ①手法按摩: 采用指腹环形按压与纵向推揉手法, 10 min/次; ②医用硅凝胶膜敷料 (河南汇博医疗股份有限公司, 豫械注准20182140644, 规格: 12 cm × 15 cm) 每日贴敷 ≥ 12 h; ③功能训练: 包括关节活动度训练与渐进性抗阻训练, 20 min/次。以上治疗1次/d, 5 d/周, 连续治疗4周。

1.3.2 试验组 在对照组基础上应用非聚焦平面超声治疗仪进行治疗: 非聚焦平面超声治疗仪 (山东丝琳医药科技有限公司, 鲁械注准20222090331, 型号: MEDSmartCool型) 具体操作: 治疗手具垂直于皮肤表面, 以缓慢匀速作环形或直线往返移动, 覆盖整个瘢痕区域及周边组织2~3 cm。每个部位治疗8~10 min, 以患者感觉局部有温热感、无刺痛为宜。1次/d, 5 d/周, 连续治疗4周。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组瘢痕改善情况 通过瘢痕硬度 (治疗前、治疗2、4周后) 及瘢痕外观 (于治疗前、治疗4周后) 进行评估。瘢痕硬度: 采用瘢痕硬度仪测量, 选取瘢痕中心及边缘共3点测量, 取平均值。瘢痕外观: 采用温哥华瘢痕量表 (Vancouver Scar Scale, VSS) 评估, 包括色泽、血管分布、厚度、柔软度4个维度, 总分0~15分, 分数越高表示瘢痕越严重。

1.4.2 评估两组局部循环与肿胀 于治疗前、治疗4周后通过局部血流量和肿胀程度评估。局部血流量: 采用激光多普勒血流仪测量瘢痕下2 mm处血流量, 测量时保持环境安静、温度恒定。肿胀程



度:对肢体部位瘢痕,测量患肢与健肢同一水平位置的周径差(cm)。

1.4.3评估两组临床症状改善情况 于治疗前、治疗2、4周后通过疼痛程度和肌肉痉挛频率评估。疼痛程度:采用视觉模拟评分法(VAS,0~10分)评估瘢痕区域或粘连部位的疼痛程度,评分范围0~10分,0分表示无痛,10分表示剧烈疼痛。肌肉痉挛发作频率:记录患者每周自觉治疗区域相关肌肉痉挛发作次数。

1.4.4评估两组临床疗效 于治疗4周后,治愈:瘢痕基本平整柔软,无疼痛、粘连及功能障碍,VAS评分降低≥90%;显效:瘢痕明显软化,疼痛、粘连显著减轻,VAS评分降低70%~89%;有效:瘢痕有所软化,VAS评分降低30%~69%。无效:瘢痕及症状无改善或加重,VAS评分降低<30%。总有效率=(治愈+显效+有效)/总例数×100%。

1.4.5记录两组不良反应发生情况 记录治疗过程中出现的接触性轻度皮炎、皮肤红肿、灼伤、瘙痒、疼痛加剧等不良反应。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析,计数资料以[n(%)]表示,行χ²检验;计量资料以(̄x±s)表示,行t检验;P<0.05表示

差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组瘢痕改善情况比较 试验组治疗2、4周后瘢痕硬度均低于对照组,差异有统计学意义(P<0.05);试验组治疗4周后瘢痕外观评分低于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),见表1。

2.2 两组局部循环与肿胀比较 试验组治疗4周后局部血流增加及肿胀程度(周径差)优于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),见表2。

2.3 两组临床症状改善情况比较 试验组治疗2、4周后VAS评分均低于对照组(P<0.05),差异有统计学意义;试验组治疗4周后痉挛发作频率低于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),见表3。

2.4 两组临床疗效比较 试验组治疗总有效率高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),见表4。

2.5 两组不良反应发生情况 对照组发生硅胶贴接触性轻度皮炎2例,发生率为3.33%(2/60);试验组无不良反应的发生;两组均未发生严重不良事件。两组不良反应发生率比较,差异无统计学意义(χ²=0.508,P>0.05)。

表1 两组瘢痕改善情况比较(̄x±s)

组别	n	瘢痕硬度(N/m)			瘢痕外观评分(分)	
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后	治疗前	治疗4周后
对照组	60	385.60±42.30	352.80±38.70*	328.40±35.20*	9.80±1.60	7.20±1.40*
试验组	60	388.20±44.10	320.50±36.40*	285.10±31.80*	9.90±1.70	5.11±1.10*
t		0.331	4.782	6.917	0.324	8.662
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

注:与同组治疗前比较,*P<0.05。

表2 两组局部循环与肿胀比较(̄x±s)

组别	n	局部血流量(PU)		周径差(cm)	
		治疗前	治疗4周后	治疗前	治疗4周后
对照组	60	32.50±8.40	45.20±9.10*	2.80±0.70	1.90±0.60*
试验组	60	33.10±8.60	58.70±10.30*	2.90±0.60	1.10±0.40*
t		0.285	7.874	0.331	8.941
P		> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

注:与同组治疗前比较,*P<0.05。

表3 两组临床症状改善情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	VAS (分)			痉挛发作频率 (次/周)	
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后	治疗前	治疗4周后
对照组	60	6.20 ± 1.10	4.20 ± 0.90*	3.00 ± 0.80*	4.80 ± 1.40	2.90 ± 1.10*
试验组	60	6.30 ± 1.20	3.50 ± 0.80*	1.80 ± 0.70*	4.90 ± 1.30	1.60 ± 0.80*
t		0.476	4.502	8.746	0.405	7.403
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

注: 与同组治疗前比较, * $P < 0.05$ 。

表4 两组临床疗效比较 [n (%)]

组别	n	治愈	显效	有效	无效	总有效率
对照组	60	8 (13.33)	16 (26.67)	25 (41.67)	11 (18.33)	49 (81.67)
试验组	60	15 (25.00)	22 (36.67)	20 (33.33)	3 (5.00)	57 (95.00)*

注: *与对照组比较, $\chi^2=5.208$, $P < 0.05$ 。

3 讨论

术后瘢痕粘连是外科手术常见的并发症之一^[4], 其病理本质为创伤修复过程中成纤维细胞过度增殖、胶原纤维异常沉积与排列紊乱, 导致局部组织硬化、弹性下降, 并与周围正常组织形成异常连接。这一病理过程常伴随局部微循环障碍、肿胀、疼痛及继发性肌肉痉挛, 严重影响患者的肢体功能与生活质量。目前临床常用的常规康复治疗主要包括手法按摩、硅胶贴外敷及功能训练, 此类方法主要通过物理性压迫、水化作用及被动活动等方式作用于瘢痕表层, 虽具有一定疗效, 但在深部组织的结构性松解与重塑方面存在局限。超声治疗作为一种无创、深部穿透的物理治疗手段, 其作用基础在于超声波在组织中传播时产生的热效应、机械效应及空化效应^[5]。其中, 热效应可促进局部血管扩张、改善微循环; 机械效应可对胶原纤维网络产生微力学刺激, 有助于松解异常连接、软化的瘢痕^[6]; 空化效应则可能影响细胞膜通透性及细胞内信号传导, 调节成纤维细胞活性, 促进胶原良性重塑^[7]。

本研究结果表明, 试验组治疗总有效率为95.00%, 高于对照组的81.67%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 这是因为超声在组织内产生的热效应、机械效应及空化效应构成了其治疗作用

的物理基础。试验组治疗4周后局部血流增加及肿胀程度(周经差)均优于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 这主要与超声的热效应密切相关。超声波在组织中传播时, 能量被吸收并转化为热能, 引起局部血管扩张, 改善微循环^[8]。良好的血供为瘢痕区域的细胞代谢与组织修复提供了充足的氧气与营养物质, 同时加速了代谢废物及炎症介质的清除。这不仅为后续组织再生营造了良好微环境, 也直接解释了本研究中试验组患者肿胀程度减轻的现象。试验组治疗2、4周后瘢痕硬度均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗4周后瘢痕外观评分低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 这主要归功于超声的机械效应。超声波的周期性振动对瘢痕组织中排列紊乱、过度增生的胶原纤维网络会产生持续的微力学刺激。这种作用效应有助于分离紧密交联的胶原纤维束, 破坏异常的组织连接, 从而降低组织硬度、恢复弹性, 并改善不同组织层次间的滑动性, 实现瘢痕软化与粘连松解^[9]。超声的空化效应可能通过影响细胞膜通透性及细胞内信号传导, 进一步调节成纤维细胞的活性, 促进胶原蛋白的良性重塑, 这可能是超声刺激组织再生的关键机制之一^[10]。试验组治疗2、4周后VAS评分均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组治疗4周后痉挛发作频率



低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。一方面, 血供改善加速了致痛物质的清除; 另一方面, 瘢痕软化和粘连松解减轻了对神经末梢的机械性牵拉与压迫, 进一步减轻疼痛^[11]。值得注意的是, 本研究中肌肉痉挛频率的减少与疼痛减轻的趋势同步。首先疼痛减轻降低了伤害性刺激的传入, 阻断了“疼痛-肌紧张”的恶性循环; 其次, 局部循环与代谢的改善优化了肌肉的内环境^[12], 并且超声可能直接或间接地调节了肌梭及运动神经元的兴奋性^[13, 14], 这些机制共同改善了肌肉痉挛发作的频率。两组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组在整个治疗过程中均未出现严重不良事件, 证实规范操作下非聚焦平面超声治疗具有较高安全性。

综上所述, 非聚焦平面超声治疗仪可作为软组织损伤修复与瘢痕管理的一种安全、有效的治疗手段。其通过热效应、机械效应等多重机制, 能有效促进血液循环、软化瘢痕、松解粘连、缓解疼痛与肌肉痉挛, 值得临床应用。

[参考文献]

[1]林晴,利婧,张为西.A型肉毒毒素治疗瘢痕舞蹈综合征1例[J].中国神经精神疾病杂志,2025,51(10):615-617.
 [2]李俊博,管瑶瑶.瘢痕疙瘩治疗的研究进展[J].医学理论与实践,2025,38(24):4175-4178.
 [3]李馨,薛雅心,许佳,等.体外冲击波联合超声改善瘢痕凹陷粘连的治疗效果观察[J].组织工程与重建外科杂志,2025,21(2):178-182.
 [4]Stratis C,Haider SA,Oleru O,et al.Paper Tape May Improve Scar Aesthetics and Prevent Wound Closure Complications[J].Plast Aesthet Nurs (Phila),2024,44(1):59-69.
 [5]Sung JH, Lee JM, Kim JH. The Effectiveness of Ultrasound

Deep Heat Therapy for Adhesive Capsulitis: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(3): 1859.
 [6]Ebadi S, Forogh B, Fallah E, et al. Does ultrasound therapy add to the effects of exercise and mobilization in frozen shoulder? A pilot randomized double-blind clinical trial[J]. J Bodyw Mov Ther, 2017, 21(4): 781-787.
 [7]Lee JY, Min DJ, Kim W, et al. Non pharmacological high-intensity ultrasound treatment of human dermal fibroblasts to accelerate wound healing[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 2465.
 [8]Lai J, Pittelkow MR. Physiological effects of ultrasound mist on fibroblasts[J]. Int J Dermatol, 2007, 46(6): 587-593.
 [9]曹佳智,凌文武.超声在促进伤口愈合中的应用进展[J].分子影像学杂志,2025,48(3):390-396.
 [10]Zhang L, Lin Z, Zeng L, et al. Ultrasound-induced biophysical effects in controlled drug delivery[J]. Sci China Life Sci, 2022, 65(5): 896-908.
 [11]Morton C, Cotero V, Ashe J, et al. Accelerating cutaneous healing in a rodent model of type II diabetes utilizing non-invasive focused ultrasound targeted at the spleen[J]. Front Neurosci, 2022, 16: 1039960.
 [12]Brock Symons T, Clasey JL, Gater DR, et al. Effects of deep heat as a preventative mechanism on delayed onset muscle soreness[J]. J Strength Cond Res, 2004, 18(1): 155-161.
 [13]Cotero V, Graf J, Miwa H, et al. Stimulation of the hepatoportal nerve plexus with focused ultrasound restores glucose homeostasis in diabetic mice, rats and swine[J]. Nat Biomed Eng, 2022, 6(6): 683-705.
 [14]Sahin N, Ugurlu H, Karahan AY. Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: a randomized controlled study[J]. NeuroRehabilitation, 2011, 29(1): 61-66.

收稿日期: 2026-1-23 编辑: 朱思源