DOI：10.3969/j.issn.1004-4949.2026.16.004

重组贻贝粘蛋白在痤疮凹陷性瘢痕患者CO_2点阵激光术后创面修复中的应用

田　松
（昆明皮肤病专科医院，云南　昆明　650100）

[摘　要]**目的**　探究在痤疮凹陷性瘢痕患者CO_2点阵激光术后创面修复中应用重组贻贝粘蛋白（rMAP）的效果。**方法**　选取2025年3月-2026年3月在昆明皮肤病专科医院就诊的70例痤疮凹陷性瘢痕患者，以随机数字表法分为对照组与观察组，各35例。两组均接受CO_2点阵激光治疗，对照组激光术后即刻给予医用胶原蛋白治疗，观察组激光术后即刻给予rMAP治疗，比较两组创面愈合周期、炎症反应、皮肤屏障功能、VISIA检测结果、主观感受、整体满意度及不良反应发生率。**结果**　观察组创面结痂时间、脱痂时间均短于对照组（$P<0.05$）；观察组术后30 min红斑、水肿、渗出评分均低于对照组（$P<0.05$）；观察组术后3、28 d TEWL低于对照组，角质层含水量高于对照组（$P<0.05$）；观察组术后30 min及术后3、28 d红区占比低于对照组（$P<0.05$）；观察组术后3、28 d黑色素值低于对照组（$P<0.05$）；观察组术后28 d面部干燥、紧绷、瘙痒评分均低于对照组（$P<0.05$）；观察组整体满意度为94.29%，高于对照组的77.14%（$P<0.05$）；两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论**　rMAP在痤疮凹陷性瘢痕患者CO_2点阵激光术后创面修复中的应用效果确切，能够缩短创面愈合周期，减轻术后炎症反应，降低黑色素值及红区占比，有利于促进皮肤屏障功能恢复，提升患者主观感受，且未增加不良反应发生风险，应用安全性良好，患者的整体满意度较高。

[关键词] 重组贻贝粘蛋白；CO_2点阵激光；创面修复；痤疮凹陷性瘢痕
[中图分类号] R619+.6　　[文献标识码] A　　[文章编号] 1004-4949（2026）16-0014-05

Application of Recombinant Mussel Adhesive Protein in Wound Repair After CO_2 Fractional Laser Surgery in Patients with Depressed Acne Scars

TIAN Song
(Kunming Dermatology Specialized Hospital, Kunming 650100, Yunnan, China)

[Abstract]Objective　To explore the efficacy of recombinant mussel adhesive protein (rMAP) in wound repair after CO_2 fractional laser surgery in patients with depressed acne scars. **Methods**　A total of 70 patients with depressed acne scars treated in Kunming Dermatology Specialized Hospital from March 2025 to March 2026 were selected, and they were divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 35 patients in each group. Both groups received CO_2 fractional laser treatment. The control group was treated with medical collagen immediately after laser surgery, and the observation group was treated with rMAP immediately after laser surgery. The wound healing duration, inflammatory response, skin barrier function, VISIA examination results, subjective sensation, overall satisfaction and adverse reaction rate were compared between the two groups. **Results**　The wound incrustation time and decrustation time of the observation group were shorter than those of the control group ($P<0.05$). At 30 min after surgery, the scores of erythema, edema and exudation in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). At 3 and 28 days after surgery, the TEWL in the observation group was lower than that in the

第一作者：田松（1978.08-），男，云南昆明人，本科，副主任医师，主要从事激光物理美容方面研究

医学美学美容

control group, and the stratum corneum hydration was higher than that in the control group (P<0.05). The proportion of red area in the observation group at 30 min and at 3 and 28 days after surgery was lower than that in the control group (P<0.05). At 3 and 28 days after surgery, the melanin value in the observation group was lower than that in the control group (P<0.05). At 28 days after surgery, the scores of facial dryness, tightness and pruritus in the observation group were lower than those in the control group (P<0.05). The overall satisfaction rate of the observation group was 94.29%, which was higher than 77.14% of the control group (P<0.05). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups (P>0.05). **Conclusion** rMAP exhibits definite efficacy in wound repair after CO_2 fractional laser surgery in patients with depressed acne scars. It can shorten the wound healing duration, alleviate postoperative inflammatory response, reduce melanin value and the proportion of red area, help to promote the recovery of skin barrier function, and improve patients' subjective sensation, without increasing the risk of adverse reactions. The application safety is good, and the overall satisfaction of patients is high.

[Key words] Recombinant mussel adhesive protein; CO_2 fractional laser; Wound repair; Depressed acne scars

痤疮凹陷性瘢痕（depressed acne scars）是中度至重度炎症性痤疮最常见的后遗症，由于真皮胶原蛋白和皮下脂肪的破坏和缺失所致。CO_2点阵激光是治疗痤疮凹陷性瘢痕的有效手段之一[1]，其依托局灶性光热作用原理，在皮肤表面形成微小热损伤区，刺激表皮和浅层真皮组织，促进胶原重塑与表皮更新，但该技术会破坏皮肤表皮屏障，术后易出现红斑、渗出、色沉甚至瘢痕增生等不良反应[2]。因此，CO_2点阵激光术后的修复至关重要。重组胶原蛋白是皮肤美容领域常见的修复产品，能补水保湿，通过细胞外基质引导细胞生长，修复表皮组织。rMAP分子中富含多巴基团，能够在创面表面快速形成一层透气、防水的保护膜，同时分子中大量的赖氨酸通过静电吸附作用促进细胞贴壁爬行、加速创面愈合，还能抑制炎症因子释放，进而抑制黑色素合成等[3]，通过物理屏障修复、细胞迁移、炎症调节等多环节作用，能更好地修复有渗出的新鲜创面，在皮肤修复领域发展快速。故本研究将rMAP系列的医用修护贴、医用修护液、医用修护乳应用于CO_2点阵激光术后的全周期创面修复过程，以多维性、系统性评价其疗效与安全性，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2025年3月–2026年3月在昆明皮肤病专科医院就诊的70例痤疮凹陷性瘢痕患者，以随机数字表法分为对照组与观察组，各35例。对照组男14例，女21例；年龄18~55岁，平均年龄（34.51±4.86）岁。观察组男17例，女18例；年龄19~48岁，平均年龄（36.17±5.05）岁。两组性别、年龄比较，差异无统计学意义（P>0.05），研究可比。患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准：年龄≥18周岁；符合痤疮凹陷性瘢痕诊断标准[4]；3个月内未使用过维A酸类药物或进行其他光电治疗。排除标准：瘢痕体质；治疗区域存在皮肤感染、单纯疱疹病毒发作期者；面部存在皮肤肿瘤或不适宜激光治疗的皮肤疾病；妊娠期或哺乳期女性。

1.3 方法 两组均进行CO_2点阵激光治疗，治疗时清洁面部，佩戴防护眼罩，均匀涂抹冷凝胶，表面麻醉1 h后清洁面部，采用CO_2点阵激光治疗仪（长春市迪美光电技术有限责任公司，国械注准20173244633，型号：DM-300）治疗1次，波长650 nm±5 nm，脉宽10.0 ms，能量范围控制在20~30 mJ，2.89%点阵覆盖率。观察组激光术后即刻给予rMAP治疗：激光术后即刻将重组贻贝粘蛋白水凝胶（湖南科研创美医疗科技有限公司，湘械注准 20222142097，规格：15 g/瓶）均匀喷洒于整个治疗创面，待其自然成膜后，冷敷贻贝粘蛋白修护敷料（西安德诺海思医疗科技有限公司，陕械注准20242140003，规格：25 g/片）20~25 min；术后6~8 h或待创面无明显渗出液后，薄涂一层重组贻贝粘蛋白膏体敷料（湖南科研创美医疗科技有限公司，湘械注准20232140141，规格：50 g/瓶），上述操作在术后前72 h内每日早晚各进行1次；术后72 h至第28 d，每日早晚清洁面部后，先使用重组贻贝粘蛋白水凝胶，待吸收后涂抹膏体敷料，贻贝粘蛋白修护敷料可每日使用1次或隔日使用1次，每次使用20~25 min。对照组激光术后即刻给予医用胶原蛋白治疗：激光术后即刻使用医用重组胶原蛋白液体敷料（陕西巨

子生物技术有限公司，湘械注准 20242140041，规格：50 g/瓶）均匀喷洒于创面，待吸收后冷敷重组胶原蛋白敷料（陕西巨子生物技术有限公司，陕械注准20152140026，规格：30 g/片）20~25 min，术后6~8 h无明显渗出后涂抹重组胶原蛋白修复敷料（陕西巨子生物技术有限公司，陕械注准20142140018，规格：80 g/瓶），后续产品的使用频率、作用时长与观察组完全保持一致。

1.4 观察指标

1.4.1记录两组创面愈合周期 术后每日对患者创面进行观察记录，记录创面结痂时间与脱痂时间。

1.4.2评估两组炎症反应 于激光术后即刻、术后30 min分别评估红斑面积及严重程度、水肿程度、渗出液量，采用4级评分法：无、轻度、中度、重度分别计分0、1、2、3分。分数越高代表炎症反应程度越重。

1.4.3检测两组皮肤屏障功能 于激光术后即刻、术后30 min及术后3、28 d使用多功能皮肤生理测试仪检测患者面部角质层含水量、经皮水分流失量（TEWL）。

1.4.4记录两组VISIA检测结果 采用VISIA皮肤图像分析仪，于激光术后即刻、术后30 min及术后3、28 d采集患者的面部图像，通过VISIA影像自带多光谱成像结合专利分析技术分析计算红色区占比、黑色素值。

1.4.5记录两组主观感受 于激光术后即刻及术后28 d通过视觉模拟评分法（VAS），让患者对自身面部干燥、紧绷、瘙痒进行评分，各项分值0~10分，评分越低表示患者的主观感受越好。

1.4.6调查两组整体满意度 术后28 d采用自制问卷进行满意度调查，问卷满分100分，得分≥80分判定为整体满意，统计整体满意度。

1.4.7记录两组不良反应发生率 包括水肿、红斑、色沉等。

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χ^2检验；计量资料以（$\bar{x}\pm s$）表示，行t检验；$P<0.05$表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组创面愈合周期比较 观察组结痂时间、脱痂时间均短于对照组（$P<0.05$），见表1。

2.2 两组炎症反应比较 观察组术后30 min红斑、水肿、渗出评分均低于对照组（$P<0.05$），见表2。

2.3 两组皮肤屏障功能比较 观察组术后3、28 d TEWL低于对照组，角质层含水量高于对照组（$P<0.05$），见表3。

2.4 两组VISIA检测结果比较 观察组术后30 min及术后3、28 d红区占比低于对照组（$P<0.05$）；观察组术后3、28 d黑色素值低于对照组（$P<0.05$），见表4。

2.5 两组主观感受比较 观察组术后28 d面部干燥、紧绷、瘙痒评分均低于对照组（$P<0.05$），见表5。

2.6 两组整体满意度比较 观察组整体满意度为94.29%（33/35），高于对照组的77.14%（27/35）（$\chi^2=4.200$，$P<0.05$）

2.7 两组不良反应发生率比较 观察组仅出现1例局部轻微泛红反应；对照组出现1例水肿、2例色素沉着反应。观察组不良反应发生率为2.86%（1/35），低于对照组的8.57%（3/35），但差异无统计学意义（$\chi^2=1.061$，$P>0.05$）。

表1 两组创面愈合周期比较（$\bar{x}\pm s$，d）

组别	n	结痂时间	脱痂时间
观察组	35	2.87 ± 0.62	5.69 ± 0.75
对照组	35	3.72 ± 0.81	6.82 ± 0.84
t		4.930	5.937
P		< 0.05	< 0.05

表2 两组炎症反应比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	n	红斑		水肿		渗出	
		术后即刻	术后 30 min	术后即刻	术后 30 min	术后即刻	术后 30 min
观察组	35	2.71 ± 0.32	1.23 ± 0.21	2.45 ± 0.28	1.02 ± 0.18	2.12 ± 0.21	0.76 ± 0.15
对照组	35	2.68 ± 0.35	1.87 ± 0.26	2.42 ± 0.31	1.65 ± 0.22	2.09 ± 0.23	1.34 ± 0.19
t		0.374	11.329	0.425	13.112	0.570	14.175
P		> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

医学美学美容

表 3 两组皮肤屏障功能指标比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	TEWL[g/（m^2·h）]				角质层含水量（AU）			
		术后即刻	术后 30 min	术后 3 d	术后 28 d	术后即刻	术后 30 min	术后 3 d	术后 28 d
观察组	35	47.25 ± 4.12	41.76 ± 3.68	29.64 ± 3.07	12.47 ± 1.56	21.36 ± 2.45	24.57 ± 2.81	32.64 ± 3.27	48.73 ± 4.21
对照组	35	46.89 ± 4.35	42.76 ± 4.02	37.51 ± 3.42	16.83 ± 1.92	21.72 ± 2.61	23.13 ± 2.72	26.47 ± 2.89	41.56 ± 3.78
t		0.355	1.086	10.131	10.427	0.595	2.178	8.364	7.497
P		＞0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05

表 4 两组 VISIA 检测结果比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	红区占比（%）				黑色素值			
		术后即刻	术后 30 min	术后 3 d	术后 28 d	术后即刻	术后 30 min	术后 3 d	术后 28 d
观察组	35	18.72 ± 2.35	15.46 ± 2.18	11.27 ± 1.74	7.28 ± 1.53	132.57 ± 10.74	131.24 ± 10.58	128.76 ± 10.32	132.47 ± 11.62
对照组	35	18.57 ± 2.41	17.83 ± 2.32	14.62 ± 1.95	9.59 ± 1.87	132.16 ± 10.67	132.05 ± 10.71	134.62 ± 11.27	164.35 ± 13.78
t		0.238	4.404	7.583	5.656	0.160	0.318	2.269	10.463
P		＞0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05

表 5 两组主观感受比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	n	干燥		紧绷		瘙痒	
		术后即刻	术后 28 d	术后即刻	术后 28 d	术后即刻	术后 28 d
观察组	35	6.87 ± 1.13	0.47 ± 0.42	7.25 ± 1.08	0.40 ± 0.51	2.16 ± 0.74	0.27 ± 0.43
对照组	35	6.93 ± 1.03	0.73 ± 0.48	7.21 ± 1.03	0.77 ± 0.48	2.20 ± 0.78	0.53 ± 0.51
t		0.232	2.412	0.159	3.125	0.220	2.306
P		＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05

3 讨论

凹陷性瘢痕的本质是真皮层胶原缺损与组织缺失，单纯依靠外用药物或护肤品难以逆转这一结构性缺陷，必须借助能够深入真皮层的干预手段来重建胶原支架、填补组织缺损。CO_2点阵激光能刺激胶原再生，重建真皮框架结构[5]，术后皮肤表面会立即形成大量开放的微小创孔，存在不同程度热损害，术后易出现红斑、水肿、渗出等急性炎症反应，若护理不当还可能继发感染、炎症后色素沉着甚至瘢痕增生等不良反应[6]。临床常使用胶原蛋白敷料进行术后护理，现有研究已证明其具备良好的创面修复能力[7]，但未明确胶原蛋白的抗炎作用。rMAP保留了天然贻贝粘蛋白的核心功能结构，同时分子结构中富含多巴基团（DOPA）和赖氨酸残基，这些结构赋予了rMAP多重生物学功能。多巴基团具有较强的湿性粘附能力，能在湿润的创口表面迅速形成保护膜，降低创面感染风险；其次，多巴基团还具备抗炎与抗氧化活性，并清除自由基、减轻氧化应激损伤[8]。赖氨酸能够通过静电吸附作用促进细胞贴壁、爬行与迁移，加速创面的上皮化进程，这些独特的生物学特性使rMAP在激光术后创面修复领域展现出广阔的应用前景[9]。

本研究结果显示，观察组结痂时间、脱痂时间均短于对照组（$P<0.05$），可能是rMAP和胶原蛋白均具有较好的细胞迁移速度[2, 10]，rMAP能在创面成膜保护，进一步加强抗炎效果，减少炎症介质渗出，加速创面的上皮化进程，缩短创面愈合时间[8, 11]。观察组术后30 min红斑、水肿、渗出评分均低于对照组，术后30 min及术后3、28 d红区占比低于对照组（$P<0.05$）。原因可能是水凝胶中的rMAP具有粘附能力，能发挥即时成膜优势，锁水保湿[12]；在水凝胶成膜的基础上贻贝粘蛋白修护敷料的冷敷发挥了协同增效的作用，能

医学美学美容

快速收缩扩张的毛细血管，减轻面部红斑、水肿；rMAP还能抗炎抗氧化，通过抑制NF-kB通路减少促炎因子的释放，协同作用加强术后急性炎症反应控制[13]，而胶原蛋白在即时成膜、抗炎方面具有一定局限性[14，15]。观察组术后3、28 d TEWL低于对照组，角质层含水量高于对照组（$P<0.05$），提示rMAP膏体敷料可在术后早期改善皮肤屏障功能，提升角质层水合状态。分析原因可能是rMAP膏体敷料在术后急性渗出期结束后能持续成膜保护，持续降低经皮水分流失，为表皮细胞的增殖与迁移提供适宜的湿性愈合环境；持续隔绝外界物理、化学刺激，减少对正在修复中的新生表皮的二次损伤；通过促进成纤维细胞的增殖与胶原合成，促进表皮屏障修复，加速组织重塑进程[16]。观察组术后3、28 d黑色素值低于对照组（$P<0.05$）。原因可能是rMAP能修复皮肤屏障，有效减少外界刺激（如紫外线）对黑色素细胞的激活，还能通过抑制炎症反应来抑制后续炎症后黑色素的过度合成，双重作用较胶原蛋白效果更佳。观察组术后28 d面部干燥、紧绷、瘙痒评分均低于对照组（$P<0.05$）；观察组整体满意度为94.29%，高于对照组的77.14%（$P<0.05$）。原因可能是观察组炎症症状消解快，容貌恢复快，患者整体感受更好，这也证实了rMAP系列产品的临床疗效更佳。两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），且研究全程两组均无严重不良反应发生，进一步证实了rMAP系列产品的临床应用安全性良好。

综上所述，rMAP在痤疮凹陷性瘢痕患者CO_2点阵激光术后创面修复中的应用效果确切，能够缩短创面愈合周期，减轻术后炎症反应，降低黑色素值及红区占比，有利于促进皮肤屏障功能恢复，提升患者主观感受，且未增加不良反应发生风险，应用安全性良好，患者的整体满意度较高。

[参考文献]

[1]激光美容相关常见疾病诊疗指南编写组,中华医学会整形外科学分会,中国整形美容协会激光美容分会.激光美容相关常见疾病诊疗指南(2024版)[J].中华整形外科杂志,2024,40(4):362-442.

[2]任浩,邱湘宁,谭怡忻,等.点阵CO_2激光术后皮肤屏障修复的研究进展[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(10):595-600,615.

[3]李敏,魏文培,乔莎,等.重组贻贝粘蛋白的表征及功效评价[J].生物技术进展,2023,13(4):596-603.

[4]中华医学会医学美学与美容学分会激光美容学组.中国痤疮瘢痕治疗专家共识(2021)[J].中华皮肤科杂志,2021,54(9):747-756.

[5]刘华振,吕开阳.点阵激光治疗瘢痕的机制研究进展[J].中华烧伤与创面修复杂志,2021,37(4):386-390.

[6]潘廷猛,陈雪路,施雯.超脉冲点阵CO_2激光联合皮下分离术治疗萎缩性痤疮瘢痕临床观察[J].中国美容医学,2023,32(6):82-86.

[7]刘江娇.酵母重组胶原蛋白贴敷料在面部激光术后创面皮肤修复中的应用[J].中国医疗美容,2022,12(9):49-52.

[8]石翠萍,陈之亮,钟超,等.重组贻贝粘蛋白敷料对CO_2点阵激光术后创面修复的作用[J].中国医疗美容,2024,14(7):7-11.

[9]陈日新,裴理皓,许丛丛,等.重组贻贝粘蛋白在点阵CO_2激光治疗面部痤疮萎缩性瘢痕术后创面修复中的应用研究[J].中国美容医学,2024,33(7):11-14.

[10]Pajic-Lijakovic I,Milivojevic M,Clark AG.Collective Cell Migration on Collagen-I Networks:The Impact of Matrix Viscoelasticity[J].Front Cell Dev Biol,2022,10:901026.

[11]郝东,魏文培,周浩,等.重组贻贝粘蛋白Mfp-3P的制备及促进伤口愈合的作用[J].生物工程学报,2024,40(5):1498-1508.

[12]邱兆琼.重组贻贝粘蛋白水凝胶敷料联合他克莫司软膏与氯雷他定片治疗面部皮炎的临床疗效[J].现代医学与健康研究电子杂志,2023,7(14):1-3.

[13]韩明雨,李雪,杨简宁,等.重组贻贝粘蛋白凝胶治疗小鼠特应性皮炎的机制研究[J].华西药学杂志,2025,40(1):41-44.

[14]孙庆佳,曹云云.酵母重组胶原蛋白凝胶应用于激光术后创面的修复[J].中国医疗美容,2022,12(7):62-65.

[15]涂乐.重组胶原蛋白修复敷料用于CO_2点阵激光术后创面的临床观察[J].宜春学院学报,2025,47(3):27-29.

[16]张学莲,王佳.射频导入重组贻贝粘蛋白膏体敷料治疗面部敏感性皮肤的临床效果[J].皮肤病与性病,2022,44(3):389-392.

收稿日期：2026-8-11　　编辑：扶田

医学美学美容