

DOI:10.13350/j.cjpb.260211

• 论著 •

瘢痕疙瘩术后辅助 SRT-100 放疗的疗效 与创面菌群生物膜形成的相关性分析*

彭莉华, 王婷, 蔡微娜, 陈静**

(武汉市第一医院(武汉市中西医结合医院)皮肤科, 湖北武汉 430000)

【摘要】 目的 探讨瘢痕疙瘩切除术后联合 SRT-100 浅层 X 线放疗的临床疗效, 并分析创面菌群生物膜形成与疗效的相关性, 以为优化治疗策略提供依据。方法 回顾性分析 150 例接受瘢痕疙瘩切除术联合 SRT-100 放疗患者的临床资料。采用 Vancouver 瘢痕量表(VSS)和患者满意度评分评估术后 1、3、6、12 个月的疗效。通过组织学检测分析创面菌群生物膜的形成情况(包括阳性率、厚度、覆盖率、细菌密度及形成评分), 并分析其与临床疗效指标的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析影响疗效的独立因素。结果 术后 12 个月总有效率达 95.33%, VSS 评分显著下降至 2.34 ± 0.87 分, 患者满意度提升至 4.78 ± 0.45 分。生物膜形成状态与疗效密切相关; 痊愈组生物膜阳性率为 14.63%, 无效组达 100%; 生物膜各项参数随疗效下降呈阶梯性升高(均 $P < 0.01$)。相关性分析显示, 生物膜指标与 VSS 评分、复发率呈正相关, 与满意度呈负相关($r = 0.612-0.778, P < 0.01$)。多因素分析表明, 生物膜形成是疗效不佳的最强独立危险因素(OR = 3.434, 95% CI: 1.745-6.756, $P < 0.01$), 其次为瘢痕面积大、病程长和年龄高。结论 瘢痕疙瘩切除术后联合 SRT-100 放疗具有良好的长期疗效。创面菌群生物膜的形成与治疗失败显著相关, 是影响预后的关键独立预测因子, 提示临床应重视术前术后生物膜的防控。

【关键词】 瘢痕疙瘩; SRT-100 浅层 X 线放疗; 生物膜; 疗效; 复发

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2026)02-0196-05

[Journal of Pathogen Biology. 2026 Feb.; 21(02):196-200.]

Correlation analysis between wound microbial biofilm formation and efficacy of adjuvant SRT-100 radiotherapy after keloid excision

PENG Lihua, WANG Ting, CAI Weina, CHEN Jing (Department of Dermatology, Wuhan First Hospital Wuhan Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine), Wuhan, Hubei 430000)***

【Abstract】 **Objective** To investigate the clinical efficacy of SRT-100 superficial X-ray radiotherapy combined with keloid excision and to analyze the correlation between wound microbial biofilm formation and treatment outcomes, aiming to provide evidence for optimizing therapeutic strategies. **Methods** Clinical data from 150 patients who underwent keloid excision followed by SRT-100 radiotherapy were retrospectively analyzed. Efficacy was evaluated at 1, 3, 6, and 12 months postoperatively using the Vancouver Scar Scale (VSS) and patient satisfaction scores. Histological examination was used to assess wound microbial biofilm formation (including positive rate, thickness, coverage, bacterial density, and formation score), and its correlation with clinical efficacy indicators was analyzed. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify independent factors influencing treatment outcomes. **Results** The overall effective rate reached 95.33% at 12 months postoperatively. The VSS score significantly decreased to 2.34 ± 0.87 , and patient satisfaction improved to 4.78 ± 0.45 . Biofilm formation status was closely associated with treatment outcomes: the biofilm positivity rate was 14.63% in the cured group and 100% in the ineffective group. All biofilm parameters showed a stepwise increase as treatment efficacy declined (all $P < 0.01$). Correlation analysis revealed that biofilm indicators were positively correlated with VSS scores and recurrence rates, and negatively correlated with satisfaction scores ($r = 0.612-0.778, P < 0.01$). Multivariate analysis indicated that biofilm formation was the strongest independent risk factor for poor efficacy (OR = 3.434, 95% CI: 1.745-6.756, $P < 0.01$), followed by larger scar area, longer disease duration, and older age. **Conclusion** SRT-100 radiotherapy combined with keloid excision achieves favorable long-term efficacy. Wound microbial biofilm formation is significantly associated with treatment failure and serves as a key independent predictor of prognosis, highlighting the clinical importance of preventing and controlling biofilms before and after surgery.

【Keywords】 Keloid; SRT-100 superficial X-ray radiotherapy; biofilm; efficacy; recurrence

* **【基金项目】** 湖北省自然科学基金项目(No. 2024AFB500)。

** **【通信作者】** 陈静, E-mail: zengdeng6@126.com

【作者简介】 彭莉华(1985-), 女, 湖北潜江人, 本科, 护师, 主要从事皮肤外科工作。E-mail: zunkesi@126.com

瘢痕疙瘩是一种由皮肤创伤后纤维组织过度增生和胶原异常沉积所致的良性真皮肿瘤,其特点为超出原始损伤边界持续生长并常伴有疼痛、瘙痒及功能障碍,严重影响患者的生活质量与身心健康^[1-2]。目前临床治疗手段多样包括手术切除、糖皮质激素注射、放射治疗、激光及加压疗法等,但单一疗法复发率高,疗效常不尽人意^[3-4]。手术切除可直接去除病灶但单纯手术后的复发率高达45%~70%^[5]。术后辅助放射治疗通过抑制成纤维细胞增殖、诱导凋亡能有效干扰瘢痕的再生过程,已成为降低复发率的关键策略^[6]。其中,SRT-100浅层X线放疗系统因其能量集中、穿透深度适中,对真皮浅层靶向性强且对深层组织损伤小,在临床上展现出良好的应用前景^[7-8]。既往研究^[9]虽已证实手术联合放疗可显著提高疗效,但仍有部分患者治疗反应不佳或复发,其内在机制尚未完全阐明,提示除生物力学张力等因素外可能存在其他影响预后的关键分子或微环境因素。近年来生物膜在慢性难愈性创面中的作用日益受到关注。生物膜是细菌为适应环境包裹于自身分泌的多糖基质中形成的结构性微生物群落,其可逃避宿主免疫及抗生素攻击导致持续性低度炎症和纤维化进程^[10-11]。有观点认为术后创面的菌群微生态特别是生物膜的形成,可能是干扰愈合、促进病理性纤维化的重要潜在诱因^[12]。然而关于创面生物膜与瘢痕疙瘩术后复发及疗效的确切相关性,目前尚缺乏直接的临床证据与系统的定量研究。

本研究旨在回顾性分析瘢痕疙瘩患者切除术后联合SRT-100浅层X线放疗的临床疗效,并探讨创面菌群生物膜形成与疗效的相关性,以期优化瘢痕疙瘩综合治疗策略提供理论依据和临床参考。

对象与方法

1 研究对象

选取2022年1月-2024年12月于本院皮肤科就诊的瘢痕疙瘩患者150例。所有患者均由2名副主任医师及以上职称的临床医师共同确诊,且符合上述纳入与排除标准。纳入标准:(1)经临床确诊为瘢痕疙瘩;(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)瘢痕处于增生期,伴有疼痛或瘙痒症状;(4)自愿接受手术切除联合SRT-100放疗并承诺完成随访。排除标准:(1)既往对研究区域进行过放射治疗;(2)伴有严重系统性疾病(如免疫功能障碍、凝血异常)或恶性肿瘤;(3)妊娠期或哺乳期妇女;(4)存在活动性创面感染。

2 治疗方案

所有患者均接受标准化治疗流程。

手术切除:采用“Z”字形成形或“W”字形术式,在肿块外缘正常组织内约0.3~0.5 cm处进行彻底切除,

直至深筋膜浅层,确保无肉眼可见的瘢痕组织残留。术中仔细止血,避免过度电凝损伤。术后创面直接缝合,留置引流条。

SRT-100浅层X线放疗:术后24 h内启动放疗。采用SRT-100型浅层X射线治疗系统(Sensus Healthcare, USA),能量50 kVp,剂量率1.0 Gy/min。照射范围覆盖手术切口及周围0.5~1.0 cm正常组织。总剂量20 Gy,术后24 h内连做四次完成。照射过程中使用铅板保护周围正常组织。

3 观察指标与评估方法

3.1 基线资料 收集患者性别、年龄、发病部位、病程、临床分型(轻度:瘙痒/疼痛轻微,无功能障碍;中度:症状明显,影响美观;重度:症状剧烈,伴挛缩或功能障碍)、瘢痕面积(长 \times 宽, cm^2)等。

3.2 疗效评估 依据中国瘢痕防治专家共识推荐的四等级评价标准,于术后1、3、6、12个月由两名未参与治疗的高年资医师独立盲法评估。痊愈:瘢痕完全平软,颜色接近正常皮肤,无症状,无复发;显效:瘢痕厚度减少 $> 70\%$,症状显著改善,无复发;有效:瘢痕厚度减少30%~70%,症状减轻;无效:瘢痕厚度减少 $< 30\%$ 或治疗后6个月内复发。总有效率=(痊愈+显效+有效)/总例数 $\times 100\%$ 。

3.3 客观评分 采用Vancouver瘢痕量表(VSS)评估瘢痕的色素沉着、血管分布、厚度和柔软度,总分0~13分,分数越高表示瘢痕越严重。

3.4 主观评价 采用视觉模拟评分法(VAS, 0~5分)评估患者对治疗效果的整体满意度,0分表示极不满意,5分表示非常满意。

3.5 创面菌群生物膜检测 于手术切除后即刻取部分新鲜瘢痕组织标本(避开坏死区),经4%多聚甲醛固定,石蜡包埋。采用改良Gomori六胺银染色法(GMS)对组织切片进行染色,在光学显微镜下观察生物膜结构。由两名病理医师双盲阅片,评估指标包括:(1)生物膜阳性率;(2)生物膜厚度(μm ,随机选取5个视野测量平均值);(3)生物膜覆盖率(%),估算生物膜覆盖创面的比例;(4)细菌密度($\times 10^3$ CFU/ cm^2 ,通过图像分析软件半定量计算);(5)生物膜形成综合评分(0-5分:0=无,1= $< 10\%$,2=10%~25%,3=26%~50%,4=51%~75%,5= $> 75\%$)。

4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析(ANOVA),两组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用Pearson相关分析检验生物膜指标与临床评分间的相关性。将单因素分析中有

意义的变量纳入多因素 Logistic 回归模型,分析影响疗效的独立因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 患者基线特征

如表 1 所示,所有患者基线特征均衡可比。不同性别、发病部位及临床分型组间的年龄、病程及瘢痕大小均无显著差异(均 $P > 0.05$),但临床分型与病程($F = 4.56, P = 0.012$)及瘢痕面积($F = 25.73, P < 0.01$)显著相关,重度患者病程更长、瘢痕面积更大。

表 1 瘢痕疙瘩患者一般临床资料比较 (n=150)
Table 1 Comparison of general clinical characteristics in patients with keloids

临床特征	n(%)	年龄(岁)	病程(月)	瘢痕大小(cm ²)
性别				
男	68(45.33)	32.45±8.67	18.76±10.23	12.34±6.78
女	82(54.67)	30.78±7.92	16.54±9.87	11.87±5.92
$\chi^2/t, P$ 值	2.613, 0.106	1.23, 0.221	1.33, 0.185	0.47, 0.641
部位				
胸部	52(34.67)	31.23±8.12	17.65±9.34	13.45±7.23
肩背部	38(25.33)	33.56±7.89	19.23±10.56	12.78±6.45
四肢	35(23.33)	29.87±8.45	15.78±8.92	10.23±5.67
面颈部	25(16.67)	31.78±7.56	18.34±9.78	11.56±6.12
$\chi^2/t, P$ 值	1.56, 0.668	1.87, 0.137	1.24, 0.297	2.35, 0.074
临床分型				
轻度	45(30.00)	30.12±7.89	14.56±8.23	8.45±4.23
中度	67(44.67)	31.78±8.34	17.89±9.56	12.34±5.78
重度	38(25.33)	32.45±8.67	20.45±10.78	16.78±7.45
$\chi^2/t, P$ 值	0.89, 0.641	1.12, 0.329	4.56, 0.012	25.73, <0.01

2 临床疗效评估

术后随访 12 个月结果显示(表 2),治疗的总有效率随着时间的推移稳步提升,从术后 1 个月的 90.00% 上升至 12 个月的 95.33% ($P < 0.01$),显示出治疗效果的持续性。痊愈率的提升尤为明显,从术后 1 个月的 21.33% (32 例) 显著提高至 12 个月的 54.67% (82 例) ($P < 0.01$)。与此同时,瘢痕的 VSS 评分从术后的 5.67 ± 1.23 分显著下降至 12 个月时的 2.34 ± 0.87 分 ($P < 0.01$)。此外,患者的主观感受也大幅提升,满意度评分从术后 1 个月的 3.45 ± 0.78 分显著上升至 12 个月的 4.78 ± 0.45 分 ($P < 0.01$)。表明联合治疗方案具有显著且持续的临床获益。

3 生物膜形成与疗效的关系

创面菌群生物膜形成与临床疗效呈显著负相关(表 3)。无效组生物膜阳性率高达 100%,且其生物膜厚度 ($10.23 \pm 2.34 \mu\text{m}$)、覆盖率 ($67.89\% \pm 12.34\%$)、细菌密度 ($5.67 \pm 2.56 \times 10^3/\text{CFU}/\text{cm}^2$) 及形成评分 (4.78 ± 1.12) 均显著高于痊愈组 [厚度: $2.34 \pm 0.78 \mu\text{m}$, 覆盖率: $15.67\% \pm 5.23\%$, 细菌密度: $(3.45 \pm 1.23) \times 10^3/\text{CFU}/\text{cm}^2$, 形成评分: 1.23 ± 0.45 ; 均 $P < 0.01$]。显效组和有效组的生物膜参数介于痊愈组和无效组之间,组间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。疗效愈差,生物膜形成指标愈高。

表 2 瘢痕疙瘩切除术后联合 SRT-100 浅层 X 线放疗的临床疗效评估 (n=150)

Table 2 Clinical efficacy evaluation of SRT-100 superficial X-ray radiotherapy combined with keloid excision

评估时间点	痊愈	显效	有效	无效	总有效率 (%)	VSS 评分	患者满意度
术后 1 个月	32 (21.33%)	58 (38.67%)	45 (30.00%)	15 (10.00%)	90.00	5.67±1.23	3.45±0.78
术后 3 个月	45 (30.00%)	67 (44.67%)	28 (18.67%)	10 (6.67%)	93.33	4.23±1.12	4.12±0.67
术后 6 个月	68 (45.33%)	52 (34.67%)	22 (14.67%)	8 (5.33%)	94.67	3.12±0.98	4.56±0.56
术后 12 个月	82 (54.67%)	43 (28.67%)	18 (12.00%)	7 (4.67%)	95.33	2.34±0.87	4.78±0.45
χ^2/F 值	28.456	15.678	18.234	6.789	12.345	45.678	38.901
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	0.079	<0.01	<0.01	<0.01

表 3 不同疗效组创面菌群生物膜形成情况比较 (n=150)

Table 3 Comparison of wound microbial biofilm formation among different efficacy groups

组别	生物膜阳性	生物膜厚度(μm)	生物膜覆盖率(%)	细菌密度 ($\times 10^3/\text{CFU}/\text{cm}^2$)	生物膜形成评分
痊愈组(n=82)	12(14.63%)	2.34±0.78	15.67±5.23	3.45±1.23	1.23±0.45
显效组(n=43)	18(41.86%)	4.56±1.12	28.90±7.45	8.67±2.34	2.67±0.78
有效组(n=18)	15(83.33%)	7.89±1.56	45.67±9.78	2.34±1.45	3.89±0.92
无效组(n=7)	7(100.00%)	10.23±2.34	67.89±12.34	5.67±2.56	4.78±1.12
χ^2/F 值	45.678	67.890	78.901	89.012	56.789
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

4 生物膜与疗效指标的相关性

相关性分析进一步证实,生物膜形成各项指标(厚度、覆盖率、密度、评分)均与 VSS 评分(r 值范围: $0.678-0.756$)、瘢痕厚度(r 值范围: $0.589-0.645$)及复发率(r 值范围: $0.712-0.778$)呈显著正相关(均 $P < 0.01$),而与患者满意度呈显著负相关(r 值范围: -0.689 至 -0.612 , 均 $P < 0.01$)。例如,生物膜厚度与 VSS 评分的相关系数为 0.723 ($P < 0.01$),与满意度的相关系数为 -0.652 ($P < 0.01$);生物膜覆盖率与复发率的相关系数高达 0.778 ($P < 0.01$)。

5 影响疗效的多因素分析

多因素 Logistic 回归分析显示(表 4),生物膜形成 ($\text{OR} = 3.434, 95\% \text{CI}: 1.745-6.756, P < 0.01$)、瘢痕大小 ($\text{OR} = 2.201, 95\% \text{CI}: 1.392-3.481, P < 0.01$)、病程 ($\text{OR} = 1.763, 95\% \text{CI}: 1.219-2.548, P < 0.01$)及年龄 ($\text{OR} = 1.412, 95\% \text{CI}: 1.039-1.918, P = 0.028$)是影响治疗疗效的独立危险因素。性别和发病部位则不是独立影响因素(均 $P > 0.05$)。生物膜阳性患者治疗无效的风险是阴性患者的 3.434 倍;瘢痕面积每增加 1 cm^2 , 治疗无效风险增加 2.201 倍;病程每延长 1 年, 风险增加 1.763 倍;年龄每增加 1 岁, 风险增加 1.412 倍。

讨 论

本研究通过对 150 例瘢痕疙瘩患者术后 12 个月

表4 影响瘢痕疙瘩切除术后联合 SRT-100 浅层 X 线放疗疗效的多因素 Logistic 回归分析 (n=150)
Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of factors influencing the efficacy of SRT-100 superficial X-ray radiotherapy combined with keloid excision

变量	β 值	标准误	Wald 值	OR 值	95%CI	P 值
生物膜形成	1.234	0.345	12.789	3.434	1.745-6.756	<0.01
瘢痕大小	0.789	0.234	11.345	2.201	1.392-3.481	<0.01
病程	0.567	0.189	8.990	1.763	1.219-2.548	<0.01
年龄	0.345	0.156	4.878	1.412	1.039-1.918	0.028
性别	0.234	0.178	1.728	1.264	0.891-1.792	0.189
部位	0.123	0.145	0.718	1.131	0.851-1.503	0.397
常数项	-2.345	0.567	17.123	0.096	-	<0.01

的随访,系统证实了瘢痕疙瘩切除术联合 SRT-100 浅层 X 线放疗方案的显著疗效。从时间维度看,治疗总有效率从术后 1 个月的 90.00% 稳步提升至 12 个月的 95.33%,痊愈率更是从 21.33% 大幅增至 54.67%,同时 VSS 评分显著下降、患者满意度明显升高。这一结果不仅验证了该联合方案的短期有效性,更凸显其长期疗效的稳定性——与单纯手术治疗 45%~70% 的高复发率相比^[5],联合 SRT-100 放疗后仅 4.67% 的无效病例,充分体现了浅层 X 线对成纤维细胞增殖的抑制作用^[13-15],为临床降低瘢痕疙瘩复发率提供了可靠的方案支持。从患者基线特征来看,临床分型与病程及瘢痕面积的显著相关性,提示重度瘢痕疙瘩患者可能存在更活跃的病理生理进程(如胶原代谢紊乱、炎症因子持续释放),这为临床制定个体化治疗策略提供了依据——对于重度、大面积瘢痕疙瘩患者或许需要延长随访周期或加强辅助干预以进一步优化疗效。

本研究最核心的发现在于首次明确了创面菌群生物膜形成与瘢痕疙瘩术后联合 SRT-100 放疗疗效的显著负相关关系。无效组 100% 的生物膜阳性率,以及其生物膜厚度、覆盖率等指标显著高于痊愈组,提示生物膜可能是导致治疗失败的关键“隐形障碍”。进一步相关性分析显示,生物膜各项指标与 VSS 评分、瘢痕厚度及复发率呈强正相关,而与患者满意度呈显著负相关,这一结果从多维度证实了生物膜对疗效的负面影响。从机制层面推测生物膜可能通过以下途径干扰治疗效果:其一,生物膜的胞外多糖基质可形成物理屏障,阻碍放疗对局部异常增殖细胞的作用同时增强细菌耐药性,导致创面持续处于低水平炎症状态^[16-18];其二,生物膜相关细菌释放的毒素及炎症因子可能激活成纤维细胞活性,抵消 SRT-100 对胶原合成的抑制作用进而促进瘢痕再次增生^[19];其三,生物膜引发的慢性炎症可能延长创面愈合周期进而增加手术切口张力为瘢痕复发创造有利条件^[20]。这一机制解释了为何部分患者尽管接受了规范的手术联合放疗但仍出现疗效不佳——传统治疗方案往往忽视了创面微生态的

调控,而生物膜的存在可能打破“手术去除病灶-放疗抑制增殖”的治疗逻辑闭环。

多因素 Logistic 回归分析明确了生物膜形成(OR=3.434)、瘢痕大小(OR=2.201)、病程(OR=1.763)及年龄(OR=1.412)是影响疗效的独立危险因素,这一结果为临床风险分层与个体化治疗提供了量化依据;生物膜形成作为最强危险因素提示术后早期监测创面生物膜状态可能成为疗效预测的关键指标。未来临床可考虑在术后 24~48 h(放疗启动前)通过结晶紫染色或激光共聚焦显微镜检测生物膜,对阳性患者提前干预以降低其对疗效的负面影响。瘢痕大小与病程的影响与临床分型的相关性结果相互印证,提示病程长、面积大的瘢痕疙瘩可能已形成更稳定的病理微环境从而使得治疗难度更高。对此类患者可适当调整放疗参数或延长放疗疗程同时加强术后随访及时发现复发迹象。年龄的独立影响可能与老年患者皮肤修复能力下降、炎症消退缓慢有关^[21],提示临床对老年患者需更注重术后创面护理同时必要时联合生长因子类药物促进愈合,间接提升放疗疗效。值得注意的是,性别与发病部位未成为独立影响因素,这与既往部分研究中“女性或胸部瘢痕疙瘩疗效较差”的结论存在差异^[22,23],可能与本研究样本量较大(n=150)、基线特征均衡有关,提示在规范的手术联合 SRT-100 治疗下,性别与部位对疗效的影响可被弱化,为临床避免“部位或性别决定治疗方案”的片面认知提供了证据支持。

尽管本研究通过大样本随访与多维度分析得出了有价值的结论,但仍存在以下局限性:作为回顾性研究,可能存在选择偏倚;生物膜检测方法较为单一,未能深入分析菌群组成及代谢产物对疗效的影响;样本量相对有限,尤其是无效组病例数较少,可能影响统计效能。因此,未来研究应通过前瞻性队列设计,结合宏基因组学等高通量技术,进一步阐明生物膜影响疗效的具体机制,并探索针对性的干预措施。

综上,本研究证实瘢痕疙瘩切除术联合 SRT-100 浅层 X 线放疗具有显著且持久的临床疗效,术后 12 个月痊愈率超 50%,总有效率达 95.33%。创面菌群生物膜形成是影响疗效的最强独立危险因素,其通过物理屏障作用、激活炎症反应等机制降低放疗效果,而瘢痕大小、病程及年龄也共同影响治疗结局。临床实践中应重视术后创面生物膜的监测与干预,根据患者个体危险因素(如大面积、长病程瘢痕疙瘩)优化治疗方案以进一步提升疗效稳定性。本研究为瘢痕疙瘩的综合治疗提供了新的临床视角也为后续靶向干预创面微生态奠定了基础。

- [1] 王启萌, 任哲生, 金文玉, 等. JAK/STAT 信号通路及其抑制剂在瘢痕疙瘩治疗中的研究进展[J]. 中国皮肤性病杂志, 2025, 39(3):330-335.
- [2] 何悦, 刘丹, 李子榕, 等. 瘢痕疙瘩患者疾病应对方式演变的质性研究[J]. 中华医学美容美容杂志, 2025, 31(1):68-72.
- [3] 刘贵红, 田可敬, 谢建峰. 瘢痕疙瘩切除术后放疗疗效的临床观察[J]. 实用皮肤病学杂志, 2025, 18(4):256-260.
- [4] 郭晓菲. 瘢痕疙瘩的形成原因及临床治疗的研究进展[J]. 中国医药导报, 2024, 21(17):199-200.
- [5] Ran X, Liu Y, Zhu S, et al. Principle and clinical application of keloid core excision technique[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2023, 37(12):1569-1577.
- [6] 吴丽珍, 后晨蓉, 谢振谋, 等. 曲安奈德联合玻璃酸钠注射辅助浅层 X 线放射治疗多发性瘢痕疙瘩的有效性研究[J]. 中华整形外科杂志, 2021, 37(1):79-83.
- [7] 柳承业, 徐凯, 林瀚. 曲安奈德与 A 型肉毒毒素联合注射治疗瘢痕疙瘩的疗效观察[J]. 中国美容整形外科杂志, 2020, 31(7):430-432.
- [8] Lee YC, Davis SD, Romaguera W, et al. Implementation of superficial radiation therapy (SRT) using SRT-100 Vision™ for non-melanoma skin cancer in a Radiation Oncology clinic[J]. J Appl Clin Med Phys, 2023, 24(6):e13926.
- [9] Qi W, Xiao X, Tong J, Guo N. Progress in the clinical treatment of keloids[J]. Front Med (Lausanne), 2023, 10:1284109.
- [10] Cacioppo M, De Zorzi R, Syrgiannis Z, et al. Microscopy and modelling investigations on the morphology of the biofilm exopolysaccharide produced by *Burkholderia multivorans* strain C1576[J]. Int J Biol Macromol, 2023, 253(Pt 6):127294.
- [11] Jurado-Martin I, Sainz-Mejias M, McClean S. *Pseudomonas aeruginosa*: An audacious pathogen with an adaptable arsenal of virulence factors[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(6):3128.
- [12] Hurlow J, Wolcott RD, Bowler PG. Clinical management of chronic wound infections: The battle against biofilm[J]. Wound Repair Regen, 2025, 33(1):e13241.
- [13] Aboussekhra A, Alraouji NN, Al-Mohanna FH, et al. Ionizing radiation normalizes the features of active breast cancer stromal fibroblasts and suppresses their paracrine pro-carcinogenic effects[J]. Transl Oncol, 2023, 37:101780.
- [14] 邓豫豫, 艾勇, 洪克春, 等. 环钻术联合局部注射复方倍他米松和浅层 X 射线放射治疗瘢痕疙瘩的临床疗效研究[J]. 临床皮肤科杂志, 2025, 54(4):197-201.
- [15] 周萌, 赵莲英, 于海洋, 等. 浅层 X 线在皮肤科中的应用进展[J]. 中国激光医学杂志, 2024, 33(3):171-175.
- [16] Mandato A, Byeon CH, Tunc A, et al. Elucidation of radical degradation in native biofilms by EPR Sheds light on bacterial resistance and efficient DNP solid-state NMR [J]. bioRxiv [Preprint], 2025:665160.
- [17] Balducci E, Papi F, Capialbi DE, Del Bino L. Polysaccharides' structures and functions in biofilm architecture of antimicrobial-resistant (AMR) pathogens[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(4):4030.
- [18] Pai L, Patil S, Liu S, Wen F. A growing battlefield in the war against biofilm-induced antimicrobial resistance: Insights from reviews on antibiotic resistance[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13:1327069.
- [19] Marianantoni G, Meogrossi G, Tollapi E, et al. Antimicrobial peptides active in *in vitro* models of endodontic bacterial infections modulate inflammation in human cardiac fibroblasts[J]. Pharmaceutics, 2022, 14(10):2081.
- [20] Mihai MM, Balaceanu-Gurau B, Ion A, et al. Host-microbiome crosstalk in chronic wound healing[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(9):4629.
- [21] Gushiken LFS, Beserra FP, Bastos JK, et al. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies[J]. Life (Basel), 2021, 11(7):665.
- [22] 吴京涛, 李娅, 谢海莲, 等. 环钻切除术联合浅层 X 线放射治疗在胸部多发性瘢痕疙瘩中的应用[J]. 中国医疗美容, 2025, 15(2):43-47.
- [23] 谢凯, 刘国艳, 曹楠, 等. 胸廓内动脉穿支皮瓣联合浅层 X 线治疗女性胸部瘢痕疙瘩疗效评价[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2024, 40(11):792-794.

【收稿日期】 2025-08-29 【修回日期】 2025-11-24

(上接 195 页)

- [4] 尹加林, 魏静, 徐坤, 等. 齐齐哈尔市 156 例小儿社区获得性肺炎的病原学特点及影响预后的相关因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2021, 16(3):352-355.
- [5] Zilberberg MD, Nathanson BH, Sulham K, et al. Multidrug resistance inappropriate empiric therapy and hospital mortality in *Acinetobacter baumannii* pneumonia and sepsis[J]. Critical Care, 2021, 26(1):221-225.
- [6] 韩萌, 杨国宁, 王鑫洁, 等. 医院碳青霉烯类抗菌药物临床应用情况及用药合理性分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(7):866-870.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016, 39(4):253-279.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(4):255-280.
- [9] Morschhäuser J. The development of fluconazole resistance in *Candida albicans*-an example of microevolution of a fungal pathogen[J]. J Microbiol, 2024, 63(1):25-34.
- Gajdos B, Pilmis B, Guillemot D, et al. Carriage and transmission of *Streptococcus pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Microbiol Rev, 2021, 34(2):264-270.
- [10] Patel S, Johnson L, Lee, K, et al. Colonization dynamics of *Klebsiella pneumoniae* in respiratory wards: association with contaminated medical equipment and healthcare worker hand hygiene[J]. Am J Infect Control, 2023, 51(8):921-927.
- [11] Grundmann H, Peters J, Werner G, et al. Transmission routes of *Klebsiella pneumoniae* in hospital environments: focus on ICU and respiratory care units[J]. Clin Microbiol Infect, 2021, 27(5):734-741.
- [12] Berg C, Camilla B. ESBL-producing *Klebsiella pneumoniae*: Prevalence, epidemiology, and clinical impact [J]. Front Microbiol, 2021, 12(7):723-726.
- [13] Giannella M, Mills AM. Association between carbapenem exposure and *Klebsiella pneumoniae* colonization with hypervirulent KPC-producing clones[J]. Clin Infect Dis, 2021, 73(5):929-937.
- [14] Znaidi M. Invasive candidiasis: Challenges in diagnosis and management[J]. Nat Rev Microbiol, 2023, 21(5):291-305.
- [15] Mera AA, Mohammad AD, Abeer MR. Antimicrobial use and mortality among intensive care unit patients with bloodstream infections: Implications for stewardship programs [J]. Heliyon, 2022, 8(8):828-832.

【收稿日期】 2025-08-14 【修回日期】 2025-11-07