

应用环钻术治疗瘢痕的研究进展

靳天天^{1*}, 高栋梁^{2#}

¹延安大学延安医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院烧伤整形科, 陕西 延安

收稿日期: 2026年3月13日; 录用日期: 2026年4月6日; 发布日期: 2026年4月14日

摘要

瘢痕常影响患者的外貌, 给予患者心理极大的压力。因此, 瘢痕的有效治疗和预后相当重要。环钻术是近年来新兴的治疗瘢痕的技术, 有大量文献报道该技术目前已被逐渐应用于治疗各类瘢痕。本文系统综述了环钻术治疗瘢痕的原理、环钻术单一及联合治疗的临床进展、总结近年来环钻术联合治疗的治疗结果, 但当前研究仍面临机制不清、标准缺乏等挑战。本文旨在为优化临床诊疗策略及推动该技术的规范化应用提供参考。

关键词

瘢痕, 环钻术, 瘢痕疙瘩, 联合治疗, 微创手术

Research Progress on the Application of Trepanation in the Treatment of Scars

Tiantian Jin^{1*}, Dongliang Gao^{2#}

¹Yan'an Medical College of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Department of Burns and Plastic Surgery, Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi

Received: March 13, 2026; accepted: April 6, 2026; published: April 14, 2026

Abstract

Scars often affect patients' appearance and impose significant psychological stress. Therefore, effective treatment and prognosis of scars are of considerable importance. Trepanation has emerged in recent years as a novel technique for scar treatment, with numerous studies reporting its growing application in managing various types of scars. This article systematically reviews the mechanisms

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 靳天天, 高栋梁. 应用环钻术治疗瘢痕的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 2770-2777.

DOI: 10.12677/acm.2026.1641531

of trepanation in scar treatment, summarizes clinical advances in both standalone and combined therapies, and outlines treatment outcomes from recent combination approaches. However, current research still faces challenges such as unclear mechanisms and lack of standardized protocols. This review aims to offer insights for optimizing clinical diagnosis and treatment strategies and promoting standardized application of the technique.

Keywords

Scars, Trepanation, Keloids, Combined Treatment, Minimally Invasive Surgery

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

瘢痕是创伤、手术、烧伤或炎症性皮肤病(如痤疮、狼疮)等损伤后的病理性愈合结果。严重的瘢痕不仅影响外观,而且常伴随瘙痒、疼痛、功能障碍及关节活动受限等一系列病理表现[1]。因此,瘢痕的有效治疗和预后十分关键。目前,瘢痕的治疗手段多样,包括局部硅胶制剂、外用药物、病灶内注射、手术切除、激光及再生医学疗法等[1]。尽管现有的治疗手段多样,但其临床应用常因疗效不尽如人意及潜在的不良反应而受到限制[2]。因此,探索更为有效、安全且兼具微创特性的治疗新方案,始终是瘢痕治疗领域的重要方向。

在此背景下,环钻术被创新型地应用于瘢痕治疗,并展现出独特优势。该技术可分为环钻切除术、环钻移植术与环钻提升术三种术式,对瘢痕组织进行精准的物理干预[3]。现有证据表明,环钻术能有效改善瘢痕的厚度和柔顺性。因其微创特性,在特殊解剖部位及大面积瘢痕的治疗潜力巨大[4][5]。本文将环钻术治疗瘢痕的临床应用进行梳理与总结。

2. 环钻术治疗瘢痕的原理

环钻术治疗瘢痕作用源于其引发的机械性破坏与后续复杂生物学响应的协同作用,其原理可从三个相互关联的层面进行阐释。

2.1. 物理层面: 纤维化架构的破坏与张力的释放

环钻术通过形成规则的微孔列阵,中断连续、僵硬的胶原纤维束,破坏其致密架构,释放局部机械张力,改善组织顺应性。随后,钻孔形成的组织缺损由具有正常弹性的新生肉芽组织填充,参与组织重塑与软化[6][7]。

2.2. 细胞分子层面: 调控细胞外基质代谢与成纤维细胞行为

环钻术造成的可控微损伤,启动程序化的伤口愈合过程。研究表明,机械张力的改变可抑制 TGF- β 1 的表达,而环钻术通过物理性移除瘢痕核心,降低了细胞外基质(ECM)的张力,进而抑制 TGF- β 1/Smad3 核心信号通路的激活, TGF- β 1 作为瘢痕形成的“分子开关”,可促进成纤维细胞的增殖,增强胶原蛋白的合成,还抑制基质金属蛋白酶(MMPs)的表达,其受抑制后可直接导致下游 α -SMA 表达下调,阻断成纤维细胞向肌成纤维细胞转化,显著上调基质金属蛋白酶(MMPs,如 MMP-1)的表达,进而促进过度沉积和排列紊乱的胶原等成分的分解[8][9]。

2.3. 局部微环境层面：改善血供与充当药物通道

钻孔行为促进局部微循环与组织氧合, 纠正瘢痕组织常见的缺血、缺氧状态。此外, 这些微通道为局部给药提供了路径。当联合曲安奈德、5-氟尿嘧啶等药物时, 药物能更均匀地渗透至瘢痕深层, 显著提高局部药物浓度和治疗效率, 是联合治疗增效的重要机制[8]。

综上所述, 环钻术的作用是集“物理破坏 - 分子调控 - 改善微环境”于一体的多维度过程。

3. 环钻术在瘢痕治疗中的应用

基于瘢痕的类型、严重程度及患者个体差异, 环钻术的临床应用主要分为单一治疗与联合治疗两种策略。合理选择治疗方案是取得最佳疗效的关键。

3.1. 单一治疗

陈龙文等[10]应用 2~6 mm 直径的环钻治疗 85 个瘢痕, 所有创面均在 7~15 天内实现 1 期愈合, 展现了良好的安全性。张程亮等[11]应用 2 mm 环钻(间隔 2 mm)治疗增生性瘢痕, 总体有效率达 84.62%, 且中长期随访未见明显不良反应。谷丽晓等[12]应用环钻术治疗 30 例瘢痕疙瘩, 暴露出单一疗法的局限性: 尽管总有效率为 63.3%, 但治疗后 3 个月和 6 个月的复发率分别高达 36.7% 和 46.7%。上述结果表明, 单一治疗虽是一种有效治疗方法, 但其治疗后具有高复发风险。

3.2. 联合治疗

环钻术后形成的微通道为药物均匀渗透提供了理想路径, 同时其引发的创伤修复反应可能与其他治疗手段产生良性互动[8]。目前的联合方案主要包括: ① 环钻术联合药物治疗(如曲安奈德、5-氟尿嘧啶[13]、复方倍他米松[14]); ② 环钻术联合放射治疗(如浅层 X 线[15]、电子束[16]); ③ 环钻术联合激光治疗(如点阵 CO₂ 激光[17]、脉冲染料激光[18]、2940 nm Er:YAG 激光[2]); ④ 环钻术联合其他疗法(如平阳霉素[19]、移植术[20]、中医药[12]等)。研究显示, 联合治疗在提升总有效率、降低瘢痕评分[温哥华瘢痕量表(VSS)、患者与观察者瘢痕评估量表(POSAS)]和减少复发率方面, 普遍优于单一疗法(详见表 1、表 2)。有学者研究指出环钻术后立即注射曲安奈德可引起 I 型胶原基因表达下调, 表明环钻联合曲安奈德治疗可预防瘢痕疙瘩的复发且对伤口愈合无明显影响[21]。联合治疗不良反应主要包括持续红斑、硬结[22]、瘢痕凹陷、色素沉着[17]、切口感染、瘙痒疼痛[15]、复发、伤口溃疡[14]、坏死[19]、毛细血管扩张、皮肤萎缩[23]、月经失调[24]等, 有研究报道联合组不良反应发生率与单一组无显著差异或更低[12][24][25]。综合以上临床实践, 环钻术的联合方案呈现出明显的差异化应用特征(见表 3)。由此可见, 环钻术联合疗法能在治疗瘢痕时达到取长补短的效果, 但相应地, 联合治疗会大幅增加治疗时间和成本, 需要患者高度配合, 不乏有些研究在随访期间患者不愿接受之后治疗而丢失数据。上述研究在设计上存在一个共同局限: 它们未能设立联合治疗与每种单一疗法的同期对照组, 而仅依赖于治疗前后的自身对照或与其中一种疗法的比较。这一缺陷使得我们难以完全排除潜在偏倚, 从而影响了结论的可靠性。

Table 1. Treatment results of trephine combined therapy (except combined laser)

表 1. 环钻术联合疗法的治疗结果(除联合激光)

文献来源	瘢痕类型	联合治疗	环钻直径及间隔	随访时间	治疗结果
贾晨等, 2023 [13]	瘢痕疙瘩	环钻切除术联合曲安奈德和 5-氟尿嘧啶	未提及, 间隔 0.5 mm	6 个月	POSAS 评分、VSS 评分和 VAS 评分显著下降(P < 0.05), 总有效率显著高于对照组 (P < 0.05)

续表

刘莹, 2024 [14]	增生性瘢痕	环钻术联合局部注射 复方倍他米松	1~2 mm, 间隔 至少 1 mm	12 个月	总有效率为 94.44%, 不良反应发生率为 9.30%, VSS 评分与瘢痕平均厚度较术前显著下降($P < 0.01$)
肖思月等, 2025 [8]	兔耳增生性 瘢痕模型	环钻术联合 曲安奈德	1/2 mm, 间隔 2/4 mm	3 个月	所有创面愈合良好, 无感染和死亡病例出现
Hou 等, 2023 [24]	瘢痕疙瘩	环钻术联合药物	未提及, 间隔 0.5 mm	6 个月	瘢痕平均厚度、药物注射次数、评分、长期不良反应发生率均低于对照组($P < 0.05$)
Liu 等, 2024 [25]	结节性瘢痕 疙瘩	环钻术联合药物	1 mm	1 年	有效率明显高于对照组, 复发率($P < 0.05$)、VSS、总注射次数均明显低于对照组($P < 0.01$)
吴京涛等, 2025 [15]	多发性瘢痕 疙瘩	环钻切除术联合 浅层 X 线	2~4 mm, 间隔 2~5 mm	1 年	有效率、SF-36 各维度评分均高于对照组($P < 0.05$)
张程亮等, 2025 [11]	增生性瘢痕	环钻切除术联合 放疗	2 mm, 间隔 2 mm	12 个月	总体有效率 100%, 高于对照组($P < 0.05$)
刘柳宏等, 2024 [26]	泛发性瘢痕 疙瘩	环钻切除术联合浅层 X 线、局部注射 曲安奈德	2~4 mm	12 个月	所有部位的瘢痕疙瘩均较前变平、变软, VSS 评分明显低于治疗前($P < 0.001$)
邓豫豫等, 2025 [27]	瘢痕疙瘩	环钻术联合局部注射 复方倍他米松和 浅层 X 线	1~3 mm, 间隔 1 mm	12 个月	有效率为 94.00%, 瘢痕疙瘩严重程度评分明显低于术前($P < 0.05$)
郑钧友, 2025 [23]	瘢痕疙瘩	环钻术联合浅层 X 线	2 mm, 间隔 2 mm	12 个月	VSS 和 POSAS 得分均明显低于术前($P < 0.001$)
Park, 2024 [16]	多灶性瘢痕 疙瘩	环钻术联合曲安奈德 和电子束放疗	2 mm	12~18 个月	POSAS 患者评分显示各项明显改善, 无复发或加重, 无并发症发生
赵涛等, 2021 [6]	瘢痕疙瘩	环钻术联合电子线	0.8~2.4 mm, 间隔 1 mm	12 个月	有效率为 88.89%, 瘢痕疙瘩严重程度评分明显低于术前($P < 0.05$)
易巧玲, 2024 [19]	瘢痕疙瘩	环钻切除术联合 平阳霉素	2~4 mm, 间隔 2~5 mm	12 个月	总体满意率 95.65%, 有效率 100%, 伤口均二期愈合, VSS 评分和 POSAS 评分均低于治疗前, 差异具有统计学意义
谷丽晓等, 2024 [12]	瘢痕疙瘩	环钻术联合外敷 黑布膏药	1/2 mm	6 个月	总有效率 93.3%, 高于对照组($P < 0.05$), VSS 评分、复发率均低于对照组($P < 0.05$)
Savant, 2025 [20]	痤疮瘢痕	环钻术联合肩部 磨皮术及真皮移植	1.0~2.5 mm	1 个月	1 个月后外观显著改善

注: VSS: 温哥华瘢痕量表; POSAS: 患者与观察者瘢痕评估量表; VAS: 视觉模拟评分法; SF-36: 健康状况调查问卷; 未提及: 部分研究参数未详细报告。

Table 2. Treatment results of trephine combined with laser

表 2. 环钻术联合激光的治疗结果

文献来源	瘢痕类型	联合治疗	环钻直径及 间隔	随访时间	治疗结果
蔡杏仪等, 2023 [22]	剖宫产术后瘢 痕	环钻术联合超脉冲 点阵 CO ₂ 激光	2/4 mm	9 个月	有效率、美观满意度均高于对照组, VSS 得分、疼痛得分、并发症合计率低于对照组, 且差异明显($P < 0.05$)

续表

张艳红等, 2023 [28]	凹陷型痤疮瘢痕	环钻切除术联合点阵 CO ₂ 激光治疗	1~4 mm	6 个月	瘢痕较治疗前明显变浅, 整体瘢痕面积缩小
张琪等, 2022 [17]	剖宫产术后瘢痕	环钻术联合点阵 CO ₂ 激光	未提及	9 个月	总有效率 91.49%, 治疗后 3 个月、6 个月、9 个月美观满意度评分明显高于对照组(P < 0.05), VSS 评分、并发症发生率明显低于对照组(P < 0.05)
孙莹等, 2025 [29]	面部痤疮瘢痕	环钻提取术联合点阵 CO ₂ 激光	未提及	12 个月	临床疗效 95% 高于对照组 80%(P < 0.05), 联合组不良反应发生率 5% 低于对照组 30% (P < 0.05)
陈志军等, 2025 [30]	剖宫产术后瘢痕	环钻术联合点阵 CO ₂ 激光	未提及	3 个月	总有效率为 95.35%, 高于对照组的 79.07% (P < 0.05), 治疗后 1 个月、3 个月 VSS 评分、治疗后 1 个月 VAS 评分低于对照组(P < 0.05), 治疗后 1 个月、3 个月 POSAS 评分高于对照组(P < 0.05)
王言, 2024 [31]	面部萎缩性痤疮瘢痕	环钻提升术联合点阵 CO ₂ 激光	1~3 mm	3 个月	总有效率高于对照组(P < 0.05)、患者满意度评分高于对照组(P < 0.01)、治疗后 ECCA 评分均值低于对照组(P < 0.01), 治疗后平滑度高于对照组, 毛孔数量低于对照组, 患者焦虑及生活质量改善程度明显高于对照组, 差异均有统计学意义
林萱等, 2025 [18]	瘢痕疙瘩	环钻术联合药物、脉冲染料激光	1.5~3.0 mm, 间隔 1.5 mm	12 个月	有效率 90%, 瘢痕平软, 肤色与周边正常皮肤接近, 疼痛、瘙痒等症状明显缓解或消失; 治愈率 80%, 90% 患者对治疗效果满意
Chen 等, 2025 [32]	烧伤增生性瘢痕	环钻术联合剥脱性点阵 CO ₂ 激光	1.5/2/3 mm, 间距 2~5 mm	6 个月	联合组在瘢痕高度、柔韧性和感觉异常方面更快、更显著的改善
Kim 等, 2011 [2]	创伤后凹陷性/隆起性瘢痕、烧伤性瘢痕	环钻术联合 2940 nm Er:YAG 激光	2/3 mm	1 个月	瘢痕均有改善
武江等, 2025 [33]	瘢痕疙瘩	环钻术联合微等离子射频	1 mm, 间距 2 mm	6 个月	联合治疗组的改善程度显著优于微等离子射频组, 差异具有统计学意义(P < 0.001)。联合治疗组的总有效率为 93.18%, 随访 6 个月后复发率为 9.1%; 而微等离子射频组的总有效率为 65.52%, 复发率为 20.69%

注: CO₂: 二氧化碳; 未提及: 部分研究参数未详细报告。

Table 3. Horizontal comparison of three mainstream combined therapies
表 3. 三种主流联合治疗的横向比较

联合方案	疗效	不良反应	适用人群	成本效益
环钻术 + 药物治疗	有效率约 86%~95.83%	发生率较高, 尤其是术后手术区域出血, 最高可达 80.56% (29/36)	散发性、中小型瘢痕	较高。药物成本低, 操作简便
环钻术 + 放射治疗	有效率约 88.89%~100%	发生率较低, 基本无不良反应发生	高张力部位、多发性、顽固性复发瘢痕	较低。需专门放射设备与防护环境, 成本较高
环钻术 + 激光治疗	有效率约 91.49%~100%	发生率中等, 约 5%~10.64%, 主要为红斑、硬结等	剖宫产术后瘢痕、痤疮瘢痕、美容高需求者	中等。需要多次治疗

4. 小结与展望

环钻术作为一种基于机械原理的微创技术, 通过破坏瘢痕组织、释放张力并调控局部微环境, 在瘢痕治疗中展现出独特的应用价值。大量临床证据表明, 无论是单一治疗还是联合治疗, 该技术均能有效改善瘢痕的外观、质地, 尤其在与药物、放疗或激光等手段联用时, 显示出协同潜力。然而, 本领域研究仍处于从“经验性探索”向“规范化、精准化治疗”的过渡阶段, 面临三大核心挑战: ① 作用机制有待深化: 当前对环钻术的理解仍偏重于物理效应, 对关键信号通路(如 Wnt、Notch、PI3K/Akt 等[34])精细调控机制尚不明确。② 治疗方案缺乏标准: 环钻直径、间隔、钻孔深度等核心参数与瘢痕类型、部位的最优匹配关系尚未建立, 阻碍了疗效的最大化。肖思月[8]指出, 1 mm 直径 + 2 mm 间隔的处理方案在降低瘢痕厚度、硬度等方面表现最佳, 但因研究对象为兔耳瘢痕模型, 限制了环钻直径和间隔的选择, 所以目前仍缺乏相关研究。③ 临床证据等级需提升: 现有研究普遍存在样本量小、随访时间短、缺乏高标准随机对照试验的设计缺陷, 导致对长期疗效和复发风险的评价不够准确。另有报道指出, 环钻术还用于表皮囊肿[35]、纹身[36]、白癜风[37]、痣[38]、引流减压[39]等方面。

未来环钻术的研究与发展可关注以下方面: 基础研究方面, 借助组学技术、生物信息学分析, 深入揭示环钻术触发的分子与细胞机制, 为其临床应用提供坚实的理论基础。临床研究层面, 有研究指出手术联合放疗后, 瘢痕疙瘩的复发率为 30%, 复发时间范围为 2 至 36 个月, 平均为(14.8 ± 6.7)个月[40]。基于此, 亟需开展大样本、多中心、长期随访(建议≥18 个月)的随机对照试验, 实现数据的更加精准。技术拓展方面: 由于瘢痕组织的再生能力受损, 再生医疗技术的未来应用可能会增加相当大的价值[41]。已有研究指出富血小板血浆(PRP)对治疗各种疾病具有积极作用, 如烧伤疤痕、皮肤色素沉着过度[42]。积极探索环钻术与新兴疗法(如脂肪组织间充质干细胞[43]、PRP [44])的结合, 有望在瘢痕治疗的精准性与有效性上实现双重突破。通过跨学科的协同努力, 环钻术有望从一项高度依赖操作者经验的“技艺”, 演进为一套具备坚实科学依据和标准化流程的瘢痕治疗体系。

基金项目

延安市科技计划项目(编号: 2023-SFGG-001)。

参考文献

- [1] Waibel, J.S., Waibel, H. and Sedaghat, E. (2023) Scar Therapy of Skin. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, **31**, 453-462. <https://doi.org/10.1016/j.fsc.2023.06.005>
- [2] Kim, H.S., Cho, E.J., Park, Y.M., Kim, H.O. and Lee, J.Y. (2011) Punch Excision Combined with Erbium:YAG Fractional Laser: Its Application on Different Types of Scars in Asian Patients (a Pilot Study). *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, **13**, 196-199. <https://doi.org/10.3109/14764172.2011.594064>
- [3] 陈文秋, 孙素姣. 环钻技术在皮肤科诊疗中的应用[J]. *临床皮肤科杂志*, 2024, 53(3): 177-179.
- [4] Li, Y., Dong, J., Liu, L., Huang, K., Zhu, D., Zhu, W., et al. (2024) Smart Use of Skin Biopsy Punch in Treating Keloids: A Single-Center Retrospective Study. *Aesthetic Plastic Surgery*, **48**, 2965-2974. <https://doi.org/10.1007/s00266-024-04000-6>
- [5] Monsuur, H., Van den Broek, L., Jhingorie, R., Vloemans, A. and Gibbs, S. (2017) Burn Eschar Stimulates Fibroblast and Adipose Mesenchymal Stromal Cell Proliferation and Migration but Inhibits Endothelial Cell Sprouting. *International Journal of Molecular Sciences*, **18**, Article No. 1790. <https://doi.org/10.3390/ijms18081790>
- [6] 赵涛, 高美艳, 郭伟楠, 等. 微型环钻切除术联合电子线治疗下颌瘢痕疙瘩 36 例疗效观察[J]. *中华皮肤科杂志*, 2021, 54(5): 438-440.
- [7] Hosseini, M., Brown, J., Khosrotehrani, K., Bayat, A. and Shafiee, A. (2022) Skin Biomechanics: A Potential Therapeutic Intervention Target to Reduce Scarring. *Burns & Trauma*, **10**, tkac036. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkac036>
- [8] 肖思月. 不同直径及密度环钻术联合曲安奈德对兔耳增生性瘢痕疗效分析[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽医科

- 大学, 2025.
- [9] Caley, M.P., Martins, V.L.C. and O'Toole, E.A. (2015) Metalloproteinases and Wound Healing. *Advances in Wound Care (New Rochelle)*, **4**, 225-234. <https://doi.org/10.1089/wound.2014.0581>
- [10] 陈龙文, 胡捍东, 苏雪莲. 环钻切除法在面部点圆状皮肤病变治疗中的应用[J]. 中国美容医学, 2003(5): 478.
- [11] 张程亮, 何泽亮, 姚媛媛, 等. 环钻切除联合电子线放射治疗增生性瘢痕的临床疗效观察[J]. 中国美容整形外科杂志, 2025, 36(6): 352-355.
- [12] 谷丽晓, 陈志伟, 黄怡凡. 环钻术联合黑布药膏治疗瘢痕疙瘩的临床疗效[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2024, 30(3): 396-400.
- [13] 贾晨, 屠晶佳, 华燕, 等. 曲安奈德治疗瘢痕疙瘩的临床分析[J]. 中国药师, 2023, 26(12): 400-405
- [14] 刘莹. 复方倍他米松局部注射联合环钻术治疗增生性瘢痕的自身前后对照研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 江汉大学, 2024.
- [15] 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.
- [16] Park, T.H. (2024) A Triple Combination Therapy Using 2-mm Biopsy Punch for the Treatment of Multifocal Keloids. *Dermatologic Surgery*, **50**, 41-46. <https://doi.org/10.1097/dss.0000000000003955>
- [17] 张琪, 彭琳琳, 李彩虹. CO₂点阵激光联合环钻术在剖宫产术后疤痕修复中的应用[J]. 海南医学, 2022, 33(2): 180-183.
- [18] 林萱, 毛华荣, 庞凯. 环钻手术、药物注射联合 PDL 治疗瘢痕疙瘩疗效评价[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2025, 41(1): 33-36.
- [19] 易巧玲. 环钻切除术联合平阳霉素治疗瘢痕疙瘩的疗效观察[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2024.
- [20] Savant, S.S. (2025) Modified Acne Scar Revision—Punch Excision, Punch-in-Subcision with Shoulder Dermabrasion Followed by Dermal Grafting. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, **91**, 139-141. <https://doi.org/10.25259/ijdv1.914.2023>
- [21] Kauh, Y.C., Rouda, S., Mondragon, G., Tokarek, R., di Leonardo, M., Tuan, R.S., *et al.* (1997) Major Suppression of Pro-alpha1(I) Type I Collagen Gene Expression in the Dermis after Keloid Excision and Immediate Intrawound Injection of Triamcinolone Acetonide. *Journal of the American Academy of Dermatology*, **37**, 586-589. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(97\)70176-2](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(97)70176-2)
- [22] 蔡杏仪, 迟翔, 招玉玲, 等. 超脉冲 CO₂点阵激光联合环钻术修复剖宫产术后疤痕效果观察[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2023, 44(6): 533-536.
- [23] 郑钧友. 手术联合光电技术在皮肤肿瘤中的应用——以瘢痕疙瘩和皮肤鳞状细胞癌为例[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京协和医学院, 2025.
- [24] Hou, S., Chen, Q. and Chen, X. (2023) The Clinical Efficacy of Punch Excision Combined with Intralesional Steroid Injection for Keloid Treatment. *Dermatologic Surgery*, **49**, S70-S74. <https://doi.org/10.1097/dss.0000000000003776>
- [25] Liu, B., Lin, H. and Zhang, M. (2024) The Clinical Efficacy of Single-Hole Punch Excision Combined with Intralesional Steroid Injection for Nodular Keloid Treatment: A Self-Controlled Trial. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 9793. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60670-x>
- [26] 刘柳宏, 詹济滂, 钟静, 等. 环钻减容术联合浅层 X 线放射和局部注射治疗泛发性瘢痕疙瘩的临床观察[J]. 皮肤病诊疗学杂志, 2024, 31(4): 232-236.
- [27] 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.
- [28] 张艳红, 黄玉成, 许慧, 等. 环钻切除术联合 CO₂点阵激光治疗凹陷型痤疮瘢痕的临床效果[J]. 皮肤病诊疗学杂志, 2023, 30(6): 518-523.
- [29] 孙莹, 肖宇田, 马春辉, 等. 环钻提取术联合 CO₂点阵激光治疗痤疮瘢痕的临床观察[J]. 中国美容整形外科杂志, 2025, 36(3): 133-136.
- [30] 陈志军, 孟红阳, 肖益伟, 等. CO₂激光配合环钻术对剖宫产瘢痕患者疼痛及美观性的影响[J]. 中外医学研究, 2025, 23(10): 124-127.
- [31] 王言. 微型环钻提升术联合 CO₂点阵激光治疗萎缩性痤疮瘢痕的疗效与安全性评估[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2024.
- [32] Chen, X., Yin, Z., Cai, D., Ma, T., Zhang, X., Li, Y., *et al.* (2025) Application of Punch Excision in the Treatment of

- Severe Burn Scars. *Burns*, **51**, Article ID: 107578. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2025.107578>
- [33] 武江, 王珏, 梁黎明, 等. 小口径环钻联合微等离子射频治疗瘢痕疙瘩的临床效果观察[J]. *四川医学*, 2025, 46(12): 1321-1326.
- [34] Limmer, E.E. and Glass, D.A. (2020) A Review of Current Keloid Management: Mainstay Monotherapies and Emerging Approaches. *Dermatology and Therapy*, **10**, 931-948. <https://doi.org/10.1007/s13555-020-00427-2>
- [35] Lee, H., Yang, C., Chen, C., Hong, H. and Kuan, Y. (2006) Comparison of the Surgical Outcomes of Punch Incision and Elliptical Excision in Treating Epidermal Inclusion Cysts: A Prospective, Randomized Study. *Dermatologic Surgery*, **32**, 520-525. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2006.32105.x>
- [36] Bregnhøj, A. and Hædersdal, M. (2010) Q-Switched YAG Laser vs. Punch Biopsy Excision for Iatrogenic Radiation Tattoo Markers—A Randomized Controlled Trial. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, **24**, 1183-1186. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2010.03617.x>
- [37] Bae, J.M., Lee, J.H., Kwon, H.S., Kim, J. and Kim, D.S. (2018) Motorized 0.8-mm Micropunch Grafting for Refractory Vitiligo: A Retrospective Study of 230 Cases. *Journal of the American Academy of Dermatology*, **79**, 720-727.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.06.016>
- [38] 杜绪芳. 环钻去黑痣 250 例临床观察[J]. *中国美容医学*, 2004(1): 36-131.
- [39] Salter, S.A., Ciocon, D.H., Gowrishankar, T.R. and Kimball, A.B. (2006) Controlled Nail Trephination for Subungual Hematoma. *The American Journal of Emergency Medicine*, **24**, 875-877. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.03.029>
- [40] van Leeuwen, M.C.E., Stokmans, S.C., Bulstra, A.E.J., Meijer, O.W.M., Heymans, M.W., Ket, J.C.F., *et al.* (2015) Surgical Excision with Adjuvant Irradiation for Treatment of Keloid Scars: A Systematic Review. *Plastic and Reconstructive Surgery—Global Open*, **3**, e440. <https://doi.org/10.1097/gox.0000000000000357>
- [41] Attia, E. (2024) Atrophic Postacne Scar Treatment: Narrative Review. *JMIR Dermatology*, **7**, e49954. <https://doi.org/10.2196/49954>
- [42] Merchán, W.H., Gómez, L.A., Chasoy, M.E., Alfonso-Rodríguez, C.A. and Muñoz, A.L. (2019) Platelet-Rich Plasma, a Powerful Tool in Dermatology. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, **13**, 892-901. <https://doi.org/10.1002/term.2832>
- [43] Bojanic, C., To, K., Hatoum, A., Shea, J., Seah, K.T.M., Khan, W., *et al.* (2021) Mesenchymal Stem Cell Therapy in Hypertrophic and Keloid Scars. *Cell and Tissue Research*, **383**, 915-930. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03361-z>
- [44] Aljefri, Y.E., Ghaddaf, A.A., Alahmadi, R.A., Alkhamisi, T.A., Alkhunani, T.A., Samarkandy, S.J., *et al.* (2022) Ablative Fractional Carbon Dioxide Laser Combined with Autologous Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Atrophic Acne Scars: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dermatologic Therapy*, **35**, e15888. <https://doi.org/10.1111/dth.15888>