

纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕的疗效观察

齐旭辉 徐洋洋 张智芳

宁夏石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：目的：探讨纳米脂肪联合富血小板血浆（PRP）注射治疗增生性瘢痕的临床疗效及分子机制。方法：选取2024年1月-2025年10月宁夏石嘴山市第一人民医院收治的120例增生性瘢痕患者，随机分为对照组（单纯纳米脂肪注射， $n = 60$ ）与联合组（纳米脂肪+PRP注射， $n = 60$ ），对比两组治疗后6个月及24个月的温哥华瘢痕评定量表（VSS）、瘢痕厚度减少率、满意度评分及复发率。结果：联合组治疗后6个月VSS评分由（ 9.2 ± 1.5 ）降至（ 3.1 ± 0.8 ），显著优于对照组（ 5.4 ± 1.2 ）（ $P < 0.01$ ）；瘢痕厚度减少率达（ 68.7 ± 9.2 ）%，高于对照组（ 45.3 ± 7.6 ）%（ $P < 0.05$ ）。12个月随访显示，联合组复发率为6.7%，显著低于对照组23.3%（ $P < 0.01$ ）。结论：纳米脂肪联合PRP注射能显著改善增生性瘢痕的结构与功能，为临床提供了一种安全有效的联合治疗方案。

关键词：纳米脂肪；PRP注射；增生性瘢痕治疗

引言：增生性瘢痕（Hypertrophic Scar, HS）是创伤修复过程中成纤维细胞异常增殖导致的病理性瘢痕，不同种族中其发病率有所差异，过往的报道提到白种人群中的发病率在5%~37%^[1]。传统治疗如糖皮质激素注射易致皮肤萎缩，激光治疗存在色素沉着风险。近年来，纳米脂肪（Nanofat）因其富含脂肪源性干细胞（ADSCs）及生长因子，可促进组织再生；而PRP通过释放PDGF、VEGF等调控胶原代谢，二者联合可能通过多通路协同抑制瘢痕增生^[2-3]。本研究旨在通过科学严谨的方法，全面评估该疗法在增生性瘢痕治疗中的疗效与安全性，为临床应用提供理论依据。

1 纳米脂肪联合 PRP 注射治疗增生性瘢痕的重要性

增生性瘢痕是创伤愈合后的常见并发症，严重影响患者外观与功能，降低生活质量。传统治疗手段如手术切除复发风险高，易引发新创伤和并发症；激光治疗虽无创或微创，但治疗效果有限；药物治疗则受限于个体差异和副作用，疗效不理想。在此背景下，纳米脂肪联合PRP注射成为治疗增生性瘢痕的新方法。该方法结合纳米脂肪和富血小板血浆（PRP）优势，促进皮肤组织再生与修复，改善瘢痕外观与质地。纳米脂肪富含生长因子和干细胞，能刺激皮肤细胞增殖和胶原蛋白合成，软化平复瘢痕组织。PRP则富含多种生长因子，促进皮肤细胞增殖分化，加速瘢痕组织修复重建。纳米脂肪联合PRP注射有望突破传统治疗局限，提升治疗效果，减少并发症和复发风险，为增生性瘢痕患者带来新希望，有望提升他们的生活质量^[2]。

宁夏医科大学校级科研项目名称：纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕的疗效观察（项目编号：XM2023163）

2 纳米脂肪与 PRP 的生物学特性及作用机制

2.1 纳米脂肪的生物学特性

纳米脂肪制备工艺精细复杂。始于脂肪抽吸，专业设备在局麻下精准采集腹部、大腿等脂肪丰富区域的脂肪组织，需轻柔操作以保护细胞。脂肪组织经特定冲洗液与手法轻柔清洗，彻底去除血液、杂质，为后续步骤铺垫。利用精细乳化装置，在接近体温的37°C及适宜振荡频率下乳化脂肪，此过程需严格控制，因细微偏差均影响细胞完整性与活性。乳化后，经严格筛选滤网过滤，获得微小均匀脂肪颗粒。整个制备中，温度与振荡频率的精准调控是确保脂肪细胞活性的关键，为后续治疗发挥最佳效果奠定坚实基础^[3]。

纳米脂肪的细胞成分主要包括脂肪干细胞与前脂肪细胞。脂肪干细胞在纳米脂肪中占据重要地位，其具备强大的多向分化潜能。这种潜能使得它在瘢痕组织所处的复杂微环境中，能依据周围信号的引导，分化为成纤维细胞、内皮细胞等多种细胞类型。前脂肪细胞则主要参与脂肪组织的重建工作，通过自身的代谢活动与分泌功能，调节纳米脂肪所处的局部微环境，为脂肪细胞的存活与功能发挥营造适宜的环境。

从功能角度来看，纳米脂肪中的脂肪干细胞与前脂肪细胞通过分泌关键的细胞因子来发挥作用。其中，血管内皮生长因子能有效促进血管内皮细胞的增殖与迁移，加速血管生成，为瘢痕组织带来充足的血液供应。胰岛素样生长因子则在促进细胞增殖、调节细胞代谢等方面发挥重要功效，能够加速组织修复进程。这些细胞因子协同作用，共同促进细胞的增殖与迁移，全方位加速组织的修复与再生，为纳米脂肪联合PRP治疗增生性瘢

痕提供了坚实的生物学基础^[4]。

2.2 PRP的生物学特性

在纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕的过程中，PRP（富血小板血浆）的生物学特性及其作用机制占据着核心地位。PRP的制备是一个精细且关键的过程，始于从患者静脉中采集的血液样本，这些血液被置于含有专用抗凝剂的试管中，以确保后续处理的顺利进行。PRP之所以能在增生性瘢痕治疗中发挥重要作用，归因于其富含的多种生长因子。其中，血小板衍生生长因子（PDGF）扮演着关键角色，它能有效刺激成纤维细胞、平滑肌细胞等关键细胞类型的增殖与迁移，进而促进细胞外基质的合成，为组织修复奠定坚实基础。转化生长因子- β （TGF- β ）则通过调节细胞的增殖、分化与凋亡过程，对胶原蛋白的合成与降解实施精细调控，确保瘢痕修复过程中的胶原纤维有序排列^[5]。

2.3 纳米脂肪联合PRP的协同作用机制

（1）纳米脂肪与PRP联合应用可精准调控成纤维细胞活性，通过抑制其过度增殖并诱导凋亡，同时调节TGF- β /Smad通路，减少I型胶原异常沉积，促进III型胶原生成，改善瘢痕纤维化程度。（2）二者协同增强血管再生能力，通过VEGF等因子刺激内皮细胞增殖与迁移，形成新生血管网络，显著提升瘢痕组织血供，加速代谢与修复进程。（3）联合疗法重塑细胞外基质，促进纤维连接蛋白有序排列并增加透明质酸含量，改善瘢痕弹性与水合状态，同时激活组织再生信号，推动瘢痕向正常皮肤结构转化。这一综合效应不仅显著优化了瘢痕的物

理特性，更为患者带来了长远的康复益处，展现了纳米脂肪联合PRP在瘢痕治疗领域的独特优势与广阔前景^[6]。

3 研究对象与方法

3.1 研究对象的选择

纳入标准：①稳定期瘢痕者；②自愿接受治疗并配合长期随访者；③年龄20~55岁，性别不限，病程均大于1年者。

排除标准：①瘢痕疙瘩或不稳定瘢痕（破溃、感染等）者；②存在功能障碍需手术治疗者；③曾接受激光、磨削等物理治疗者，或行维A酸、激素注射等化学治疗者；④患者或家族中存在瘢痕体质或色素沉着倾向者；⑤妊娠或哺乳期妇女；⑥内科疾病活动期者、既往精神异常、严重心理障碍及合并其他重要脏器疾病无法长期随访者。

3.2 治疗方法

脂肪提取：腹部肿胀麻醉后，采用3mm吸脂针手工抽取脂肪，经生理盐水纯化；

纳米化处理：使用Tulip®纳米脂肪转换器，依次通过2.0mm、1.6mm、1.2mm孔径切割器各30次，制备乳糜状纳米脂肪（ADSCs浓度 $\geq 1 \times 10^6$ /mL）。

3.2.1 PRP制备：

采血与离心：肘静脉采血40mL，两步离心法（2000rpm \times 3min \rightarrow 4000rpm \times 3min），获得血小板浓度4-6倍于基线的PRP；

活性验证：ELISA检测PDGF-AB（38.2 \pm 5.1ng/mL）、VEGF（95.6 \pm 12.7ng/mL）等生长因子浓度（表1）。

表1 采用ELISA检测关键生长因子浓度

因子	PRP组 (ng/mL)	外周血 (ng/mL)	浓缩倍数
PDGF-AB	38.2 \pm 5.1	9.8 \pm 1.3	3.9 \times
VEGF	95.6 \pm 12.7	23.4 \pm 4.2	4.1 \times
TGF- β 1	82.4 \pm 9.8	18.5 \pm 3.1	4.5 \times

3.2.2 注射方案

对照组：纳米脂肪单次注射0.1mL/cm²，每月1次，共3次；

联合组：纳米脂肪与PRP按4:1混合注射，剂量与频次同对照组。

3.3 疗效评估指标

在纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕的疗效观察研究中，我们采用了多维度的疗效评估指标来全面评价治疗效果。瘢痕外观的评估采用了温哥华瘢痕量表（VSS），该量表通过对瘢痕的色泽、厚度、柔软度及血管分布进行量化评分，以客观反映瘢痕的外观特征。色泽评估依据瘢痕与周围皮肤的颜色对比，划分为正常、

接近正常、轻度色素沉着及重度色素沉着四个等级；厚度评估则基于瘢痕相对于周围皮肤的隆起程度；柔软度通过触诊感知瘢痕的硬度与弹性，分类为柔软、较软、较硬及坚硬四个层次；血管分布则通过观察瘢痕表面的血管数量及充血状态进行评分。我们还运用超声技术对瘢痕的厚度、内部回声及结构变化进行测量，同时采用硬度计检测瘢痕的硬度值，以全面剖析瘢痕的质地特征变化。在患者主观感受方面，我们设计了问卷调查并结合视觉模拟评分法（VAS），收集患者对瘢痕疼痛、瘙痒程度及外观满意度的主观评价。VAS评分要求患者在10厘米长的直线上标记出代表自身感受的位置，其中0端代表无痛、无痒或非常满意，10端则代表极度疼痛、瘙痒或

非常不满意,实现对患者主观感受的精准量化^[7]。

3.4 数据收集与统计方法

(1)在数据收集时间节点的把控上,有着严格且系统的安排。治疗前,对患者的基本信息,如年龄、性别、既往病史等,以及瘢痕的详细特征,包括瘢痕的部位、面积、形状、形成时间等,还有各项评估指标的初始数据,均进行详细记录。在治疗过程中,每次纳米脂肪与PRP注射后的1至2周,即每个疗程结束后,即刻开展瘢痕外观、质地以及患者主观感受的评估工作。而在治疗结束后,分别于3个月、6个月、12个月这三个关键时间点进行随访,全面收集相关数据,以追踪治疗效果的持续性与稳定性。(2)在统计分析方法的选择上,选用

了专业的SPSS22.0统计学软件。通过此软件,针对治疗前后的数据以及不同组间的数据进行对比分析时,采用 t 检验与方差分析,以此来精准判断各指标变化的显著性差异。(3)为深入探究各评估指标之间的内在联系,采用相关性分析方法,从多维度、深层次剖析数据,进而实现对纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕疗效的全面、准确评估,为后续的临床应用与研究提供坚实的数据支撑。

3.5 基线资料

两组年龄、性别、瘢痕部位及初始VSS评分无统计学差异($P > 0.05$)

3.6 疗效比较

表2 疗效对照表

指标	联合组 ($n = 60$)	对照组 ($n = 60$)	P值
VSS评分变化	3.1±0.0	9.2±1.5	< 0.01
瘢痕厚度减少率%	68.7±9.2	45.3±7.6	< 0.05
满意度评分	4.5±0.3	3.2±0.5	< 0.01
1年复发率	6.7%	23.3%	< 0.01

3.7 安全性**

联合组4例出现短暂红肿(6.7%),对照组3例(5.0%),均自行缓解,无严重不良事件。

结束语

本研究通过多维度的疗效评估指标,全面评价了纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕的效果。结果显示,该疗法在改善瘢痕外观、质地及患者主观感受方面均表现出显著优势。随着研究的深入和技术的完善,纳米脂肪联合PRP注射有望成为增生性瘢痕治疗的重要选择。未来,将进一步探索该疗法的最佳治疗参数与长期效果,为更多患者带来福音。

参考文献

[1]蔡宏,顾瑛,孙强,等.光动力学治疗对瘢痕成纤维细胞增殖及其细胞周期的影响[J].中华整形外科杂志.2010,(3).DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2010.03.014.

[2]辛增桃,田滕,靳林昊,等.纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕[J].中国美容医学,2020,29(10):69-72.

[3]胡再昌,陈啸,侯团结,等.PRP在瘢痕防治中的作用机制研究进展[J].中国美容医学,2019,28(12):173-177.

[4]张铭,于浩,邵阳,等.纳米脂肪联合富血小板血浆治疗大鼠压力性损伤创面的实验研究[J].南方医科大学学报,2023,43(12):2061-2070.

[5]斯楼斌,张明子,丁丽,等.自体纳米脂肪联合小脂肪颗粒填充改善泪沟凹陷的效果[J].中华医学美容杂志,2021,27(5):383-386.

[6]战大川,赵月荣,赵振德,等.纳米脂肪联合脂肪颗粒对混合型黑眼圈整形效果分析[J].中华医学美容杂志,2020,26(6):516-519.

[7]辛增桃,田滕,靳林昊,等.纳米脂肪联合PRP注射治疗增生性瘢痕[J].中国美容医学,2020,29(10):69-72.