

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.16.014  
文章编号: 1005-8982 (2025) 16-0086-06

临床研究·论著

## 基质细胞衍生因子-1 $\alpha$ 联合富血小板纤维蛋白对即刻种植患者种植牙骨组织再生的效果\*

庄劭玉, 龚飞飞, 唐丽宇

(马鞍山市人民医院 口腔科, 安徽 马鞍山 243000)

**摘要:** **目的** 探讨基质细胞衍生因子-1 $\alpha$  (SDF-1 $\alpha$ ) 对富血小板纤维蛋白 (PRF) 联合骨粉种植患者的骨组织再生的影响。**方法** 选取2023年5月—2024年3月马鞍山市人民医院收治的120例种植牙患者, 随机分为观察组和对照组各60例。对照组使用PRF联合人工骨粉, 观察组在此基础上加用SDF-1 $\alpha$ 。比较两组患者术后12个月的骨密度、骨厚度、牙槽骨唇舌向宽度、种植体稳定性 (ISQ)、探诊深度 (PD)、龈沟出血指数 (SBI)、美容效果, 以及种植牙成功率、完全愈合率和局部感染率等指标。**结果** 观察组治疗前后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度的差值均大于对照组 ( $P < 0.05$ )。观察组治疗前后PD、SBI的下降程度均大于对照组 ( $P < 0.05$ )。观察组ISQ评分高于对照组 ( $P < 0.05$ )。两组术后12个月牙体色泽评分和面部情况评分比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 观察组牙体外形评分及整体美观度评分均高于对照组 ( $P < 0.05$ )。两组种植牙成功率、完全愈合率和局部感染率比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** SDF-1 $\alpha$ 联合PRF对种植牙患者具有积极的骨再生效果, 能够有效提高骨密度和骨厚度, 改善牙槽骨结构, 增强ISQ, 并对牙周健康有积极影响。该治疗方案在促进种植牙修复效果、提高治疗成功率方面具有较大临床应用潜力。

**关键词:** 种植牙; 骨再生; 基质细胞衍生因子-1 $\alpha$ ; 富血小板纤维蛋白; 骨密度; 种植体稳定性

**中图分类号:** R783.6

**文献标识码:** A

## Effect of stromal cell-derived factor-1 $\alpha$ combined with platelet-rich fibrin on bone tissue regeneration around immediate implants\*

Zhuang Shao-yu, Gong Fei-fei, Tang Li-yu

(Department of Stomatology, Ma'anshan People's Hospital, Ma'anshan, Anhui 243000, China)

**Abstract: Objective** To investigate the effect of stromal cell-derived factor-1 $\alpha$  (SDF-1 $\alpha$ ) combined with platelet-rich fibrin (PRF) on bone tissue regeneration around immediate implants. **Methods** The study enrolled 120 patients with dental implants who were treated at our hospital between May 2023 and March 2024. These patients were randomly assigned to the observation group (60 patients) and the control group (60 patients). The control group received PRF combined with artificial bone powder, while the observation group was additionally treated with SDF-1 $\alpha$ . Bone mineral density, bone thickness, buccolingual alveolar width, Implant Stability Quotient (ISQ), probing depth (PD), sulcus bleeding index (SBI), aesthetic outcome, implant success rate, complete healing rate, and local infection rate were compared between the two groups at 12 months postoperatively. **Results** The differences in bone mineral density, labial alveolar bone thickness at the apical, middle-root, and cervical levels, and bone width before and after treatment in the observation group were greater than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The reductions in PD and SBI after treatment were also greater in the observation group compared to the control group ( $P < 0.05$ ). The ISQ of the observation group was higher than that of the control group ( $P < 0.05$ ). At 12 months

收稿日期: 2025-04-10

\* 基金项目: 安徽省重点研究与开发计划 (No: 2023s07020006)

postoperatively, there were no statistically significant differences between the two groups in tooth color and facial appearance scores ( $P > 0.05$ ). However, the observation group had significantly higher scores for tooth morphology and overall aesthetic appearance ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed between the control and observation groups in terms of implant success rate, complete healing rate, or incidence of local infection ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion** SDF-1 $\alpha$  combined with PRF has a positive effect on bone regeneration in patients with dental implant by effectively increasing bone mineral density and bone thickness, improving alveolar bone structure, enhancing implant stability, and promoting periodontal health. This treatment regimen demonstrates significant clinical potential in optimizing implant restoration outcomes and increasing treatment success rates.

**Keywords:** dental implants; bone regeneration; stromal cell-derived factor-1 $\alpha$ ; platelet-rich fibrin; bone mineral density; implant stability

种植牙是一种广泛应用于临床的有效的缺失牙齿修复方式<sup>[1]</sup>。然而,种植牙的成功不仅取决于种植体本身的质量,还与周围骨组织的健康状态密切相关。种植体周围的骨吸收、骨密度不足及不良的骨愈合环境是导致种植失败的主要原因之一<sup>[2]</sup>。为克服这一问题,近年来骨组织再生技术逐渐成为种植牙领域的重要研究方向。引导骨组织再生术是一种常用的骨再生技术,通过使用生物材料或生物因子能够促进缺损区域的骨组织再生,从而为种植体提供稳定的骨支持<sup>[3]</sup>。基质细胞衍生因子-1 $\alpha$  (stromal cell-derived factor-1 $\alpha$ , SDF-1 $\alpha$ )是一种重要的趋化因子,在骨再生过程中具有显著的促进作用。SDF-1 $\alpha$ 通过促进骨髓间充质干细胞的招募与定向迁移,促进新骨的形成和骨愈合<sup>[4]</sup>。而富血小板纤维蛋白(platelet-rich fibrin, PRF)则是一种天然的生物材料,能够有效促进创伤愈合、提升局部血液循环及增强细胞增殖<sup>[5]</sup>。本研究旨在评估SDF-1 $\alpha$ 联合

PRF对种植牙患者骨组织再生的影响,探讨其对骨密度、骨厚度、种植体稳定性(implant stability quotient, ISQ)等指标的改善效果,以期为临床种植牙治疗提供新的方案,并提高种植牙治疗的成功率和患者的生活质量。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2023年5月—2024年3月马鞍山市人民医院收治的120例种植牙患者,随机分为观察组和对照组,各60例。对照组与观察组性别构成、年龄、糖尿病患病率、牙缺失时间、基础疾病构成和牙位构成比较,经 $\chi^2/t$ 检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),两组有可比性(见表1)。本研究已获医院医学伦理委员会的审查和批准[No: 马人医学伦理(2023)第004-013号]。

表1 两组一般资料比较 ( $n=60$ )

组别	男/女/ 例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	糖尿病/ 例	牙缺失时间/ (月, $\bar{x} \pm s$ )	基础疾病/例				牙位/例	
					龋病	牙周病	外伤	其他	前磨牙/磨牙	切牙/尖牙
对照组	35/25	44.47 $\pm$ 8.40	5	8.37 $\pm$ 2.94	35	14	7	4	28	32
观察组	37/23	45.58 $\pm$ 9.14	7	8.78 $\pm$ 3.38	31	18	6	5	33	27
$\chi^2/t$ 值	0.139	0.693	0.370	0.709	0.930				0.834	
$P$ 值	0.709	0.490	0.543	0.480	0.818				0.361	

### 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①年龄18~75岁; ②患者签署知情同意书; ③符合种植牙手术的基本条件; ④即刻种植; ⑤术前影像学评估确认存在牙槽骨高度(residual bone height, RBH)不足(RBH  $\leq$  10 mm)或骨宽度不足,符合骨粉植入的临床适应证。

**1.2.2 排除标准** ①肝肾功能衰竭或严重心血管

疾病; ②有恶性肿瘤; ③孕妇或哺乳期妇女; ④凝血功能障碍; ⑤牙周炎; ⑥临床资料不完整。

### 1.3 方法

**1.3.1 对照组** 首先进行拔牙手术,随后刮除牙槽窝表面的肉芽组织,以去除可能影响愈合的病变组织。清理后,使用甲硝唑和生理盐水对治疗区域进行反复冲洗3次,确保局部无菌和清洁。然后进行

种植手术,在种植体位置植入 Bio-Oss 骨粉和 PRF 凝胶的混合物,填充时确保填充平面与牙槽嵴顶平齐,提供骨结构的支撑和促进骨再生。为进一步促进愈合,覆盖胶原膜进行保护,并进行无张力缝合,确保伤口的闭合和稳定。整个治疗过程中使用常规的抗生素方案,术后 3 d 口服抗生素,10 d 后拆线。

**1.3.2 观察组** 操作步骤同对照组,使用 SDF-1 $\alpha$  联合 PRF、骨粉混合植入。重组人 SDF-1 $\alpha$  冻干粉(美国 PeproTech 公司,300-28A)溶解于无菌 PBS 缓冲液,最终浓度为 100 ~ 200 ng/mL(根据患者骨缺损体积调整)。采用变速离心机(美国赛默飞世尔科技公司,Medifuge SFK-2)400 r/min 离心 15 min,分离全血获得 PRF 凝胶层。体积为每 10 mL 全血制备约 2 mL PRF 凝胶(含高浓度血小板及白细胞)。使用 Bio-Oss<sup>®</sup> 脱蛋白牛骨基质,粒径 300 ~ 600  $\mu$ m,用量根据骨缺损体积计算,通常每牙位使用 0.25 ~ 0.50 g。将离心获得的 PRF 凝胶置于无菌培养皿中,用无菌镊去除底部红细胞层。向 PRF 凝胶中缓慢滴加 1 mL SDF-1 $\alpha$  溶液(浓度 100 ~ 200 ng/mL),轻柔搅拌至完全浸润。静置 3 ~ 5 min,使 SDF-1 $\alpha$  充分吸附至 PRF 纤维网络中。将 Bio-Oss<sup>®</sup> 骨粉(0.25 ~ 0.50 g)分次加入含 SDF-1 $\alpha$  的 PRF 凝胶中。使用无菌研钵或混合器 2 000 r/min 离心 2 min,确保骨粉与凝胶均匀结合。调整混合物湿度至黏稠糊状(以刮匙可塑形且不落为宜)。混合后 15 min 内完成植入,避免 PRF 凝胶降解影响成骨活性。刮除肉芽组织,打磨骨面至渗血(促进血供)。使用专用骨凿或刮匙将混合物分层填入缺损区,轻压至密实。确保材料与骨壁紧密贴合,消除死腔。覆盖可吸收胶原膜(Bio-Gide<sup>®</sup>),边缘超出骨缺损区 2 mm。使用膜钉(Ti-6Al-4V 钛钉)固定膜边缘,防止软组织长入。术后口服抗生素(阿莫西林 500 mg/次,3 次/d,连用 5 d)。术后 7 d 拆线,使用复方氯己定含漱液维持口腔清洁。若膜暴露,局部应用重组人表皮生长因子凝胶促进愈合。术后 12 个月复查锥形束 CT,评估骨再生情况。

## 1.4 观察指标

**1.4.1 骨密度与骨厚度** 通过 X 射线或 CT 扫描评估术后 12 个月患者的骨密度及骨厚度,反映骨组织再生情况和种植体周围骨质的恢复与稳定性。

**1.4.2 牙槽骨唇舌向宽度** 通过影像学检查(如锥形束 CT 或常规 X 射线检查)测量种植术后 12 个月牙槽

骨的唇舌向宽度,评估骨愈合效果及种植体的支持力。

**1.4.3 ISQ** 通过测量种植体的振动频率或阻抗来获取 ISQ。ISQ 总分 1 ~ 100 分,数值越高表示种植体稳定性越好。

**1.4.4 探诊深度(probing depth, PD)、龈沟出血指数(sulcus bleeding index, SBI)** 通过牙周探针测量 PD<sup>[6]</sup>。SBI 用于评估牙龈健康,特别是牙龈在轻微刺激下的出血反应。该指数通过检查牙龈在不同部位的出血情况进行评分,总分 0 ~ 3 分。0 分表示无出血,牙龈健康;1 分为轻微出血,表示牙龈有轻微炎症;2 分为中度出血,牙龈炎症较为明显;3 分为强烈出血,牙龈在任何刺激下都出现明显的出血,通常伴有红肿和严重炎症。SBI 满分为 3 分,表示牙龈的出血反应最严重。对于缺牙区,由于牙齿缺失,无法直接通过探诊牙齿来测量 PD。此时可以测量种植体周围牙龈的 PD,即在种植体周围的牙周组织中探测到的深度,评估牙周组织的健康状况。SBI 用于评估牙龈健康,特别是牙龈在轻微刺激下的出血反应。对于缺牙区,SBI 的评估方法与正常牙齿区相同,通过检查种植体周围牙龈的出血情况进行评分。

**1.4.5 美观度评分** 包括种植牙的牙体色泽、牙体外形、整体美观度、面部情况,每项满分 10 分,分数越高表示美观度越好<sup>[7]</sup>。

**1.4.6 种植牙成功率、完全愈合率及局部感染率** 通过随访记录评估种植牙的愈合情况、长期稳定性及局部感染的发生率,判断治疗的总体效果。

## 1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示,比较用  $\chi^2$  检验;计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用  $t$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组治疗前后牙槽骨相关指标的变化

对照组与观察组治疗前骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度比较,经  $t$  检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。对照组与观察组治疗后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );观察组治疗后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根

冠骨厚度、骨宽度均高于对照组。对照组治疗前与治疗后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $t=2.067$ 、 $5.729$ 、 $4.881$ 、 $4.876$  和  $2.419$ ,  $P=0.041$ 、 $0.000$ 、 $0.000$ 、 $0.000$  和  $0.000$ ); 观察组治疗前与治疗后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $t=5.663$ 、 $11.410$ 、 $7.714$ 、 $5.992$  和

$5.522$ , 均  $P=0.000$ ); 治疗后两组骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度均升高。对照组与观察组治疗前后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度的差值比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 观察组治疗前后骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度、骨宽度的差值均大于对照组。见表 2。

表 2 两组治疗前后牙槽骨相关指标比较 ( $n=60, \bar{x} \pm s$ )

组别	骨密度/(g/cm <sup>3</sup> )			唇侧根尖骨厚度/mm			唇侧根中骨厚度/mm		
	术前	术后	差值	术前	术后	差值	术前	术后	差值
对照组	1.83 ± 0.27	1.93 ± 0.26	0.10 ± 0.02	7.86 ± 1.15	9.10 ± 1.22	1.24 ± 0.88	7.87 ± 1.21	8.98 ± 1.28	1.11 ± 0.58
观察组	1.78 ± 0.30	2.08 ± 0.28	0.30 ± 0.04	7.69 ± 0.99	9.87 ± 1.10	2.18 ± 0.76	7.96 ± 1.34	9.89 ± 1.40	1.93 ± 0.62
$t$ 值	0.960	3.041	34.641	0.868	3.631	6.262	0.386	3.716	7.481
$P$ 值	0.339	0.003	0.000	0.387	0.000	0.000	0.700	0.000	0.000

  

组别	唇侧根冠骨厚度/mm			骨宽度/mm		
	术前	术后	差值	术前	术后	差值
对照组	7.83 ± 1.34	8.89 ± 1.02	1.06 ± 0.34	3.66 ± 0.45	3.84 ± 0.36	0.18 ± 0.04
观察组	8.05 ± 1.17	9.38 ± 1.26	1.33 ± 0.52	3.58 ± 0.41	4.03 ± 0.48	0.45 ± 0.09
$t$ 值	0.958	2.341	3.366	1.018	2.453	21.235
$P$ 值	0.340	0.021	0.001	0.311	0.016	0.000

## 2.2 两组 ISQ 评分比较

对照组与观察组 ISQ 评分分别为 ( $82.97 \pm 7.89$ ) 和 ( $86.78 \pm 7.40$ ) 分, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $t=2.728$ ,  $P=0.007$ ); 观察组 ISQ 评分高于对照组。

## 2.3 两组治疗前后 PD、SBI 的变化

对照组与观察组治疗前 PD、SBI 比较, 经  $t$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对照组与观察组治疗后 PD、SBI 比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 观察组治疗后 PD、SBI 均低于对照

组。对照组治疗前与治疗后 PD、SBI 比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $t=10.960$  和  $18.190$ , 均  $P=0.000$ ); 观察组治疗前与治疗后 PD、SBI 比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $t=14.738$  和  $18.183$ , 均  $P=0.000$ ); 治疗后两组 PD、SBI 均降低。对照组与观察组治疗前后 PD、SBI 的差值比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 观察组治疗前后 PD、SBI 的下降程度均大于对照组。见表 3。

表 3 两组治疗前后 PD、SBI 比较 ( $n=60, \bar{x} \pm s$ )

组别	PD/mm			SBI/分		
	术前	术后	差值	术前	术后	差值
对照组	7.57 ± 1.71	4.37 ± 1.48	-3.20 ± 1.02	1.63 ± 0.46	0.47 ± 0.18	-1.16 ± 0.17
观察组	7.38 ± 1.49	3.58 ± 1.33	-3.80 ± 1.08	1.58 ± 0.49	0.37 ± 0.16	-1.21 ± 0.19
$t$ 值	0.649	3.075	3.129	0.576	3.216	1.519
$P$ 值	0.518	0.003	0.002	0.566	0.002	0.131

## 2.4 两组美学效果比较

对照组与观察组术后 12 个月牙体色泽评分和

面部情况评分比较, 经  $t$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对照组与观察组术后 12 个月牙体外形

评分和整体美观度评分比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 观察组牙体外形评分及整体美观度评分均高于对照组。见表 4。

表 4 两组美观度评分比较 ( $n=60$ , 分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	牙体色泽	牙体外形	整体美观度	面部情况
对照组	8.87 ± 0.84	8.72 ± 0.74	8.38 ± 0.63	8.86 ± 0.80
观察组	9.13 ± 0.82	9.30 ± 0.66	8.82 ± 0.76	9.07 ± 0.76
$t$ 值	1.716	4.531	3.453	1.474
$P$ 值	0.089	0.000	0.000	0.143

### 2.5 两组种植牙成功率、愈合率、感染率比较

对照组与观察组种植牙成功率、完全愈合率和局部感染率比较,经  $\chi^2$  检验,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组种植牙成功率、愈合率、感染率比较 [ $n=60$ , 例(%)]

组别	种植牙成功率	完全愈合率	局部感染率
对照组	57(95.00)	54(90.00)	6(10.00)
观察组	58(96.67)	56(93.33)	8(13.33)
$\chi^2$ 值	0.209	0.436	0.323
$P$ 值	0.648	0.509	0.570

## 3 讨论

随着口腔种植学的不断发展,种植牙技术已成为修复缺失牙齿常用且有效的治疗方法<sup>[8-9]</sup>。然而,种植牙的成功不仅取决于种植体的设计和手术操作的精确性,更关键的是术后骨组织的再生与愈合。骨密度、骨厚度、牙槽骨的结构和 ISQ 是影响种植牙成功的主要因素之一<sup>[10]</sup>。当前,虽然人工骨粉、PRF 等生物材料在骨再生领域已有一定应用,但其效果仍有局限,特别是在促进骨再生和改善 ISQ 方面仍有待进一步提高。SDF-1 $\alpha$  是一种在组织修复与再生过程中发挥关键作用的重要趋化因子。研究表明,SDF-1 $\alpha$  能够促进造血干细胞的招募,并通过调节骨髓间充质干细胞的定向迁移,促进骨组织的修复与再生<sup>[11]</sup>。在种植牙领域,SDF-1 $\alpha$  可通过增强骨再生、促进种植体与骨的结合,改善种植牙的长期稳定性和愈合质量。

本研究结果表明,观察组术后 12 个月的骨密度、唇侧根尖骨厚度、唇侧根中骨厚度、唇侧根冠骨厚度及骨宽度等指标均高于对照组,表明 SDF-1 $\alpha$  联合 PRF 在促进骨组织的再生和修复方面具有积极

作用。SDF-1 $\alpha$  作为一种重要的趋化因子,能够通过促进骨髓间充质干细胞的招募和定向迁移,增强骨修复的能力。在本研究中,SDF-1 $\alpha$  可能通过改善骨再生的微环境,促进骨结构的稳定和骨质密度的提高。而 PRF 中的生长因子,如血小板衍生生长因子、转化生长因子  $\beta$  等能够促进新骨的形成<sup>[12-13]</sup>,因此,SDF-1 $\alpha$  与 PRF 的联合使用可能在骨愈合过程中起到协同作用,进一步提高了骨密度和骨厚度。

观察组的 ISQ 评分也高于对照组。这一结果与骨密度增加有关,因为骨密度增加为种植体提供了更强的支撑力,从而增加了种植体的稳定性<sup>[14]</sup>。SDF-1 $\alpha$  不仅促进了骨再生,还可能通过增强种植体周围骨组织的连接性和密度,改善了种植体与骨组织的结合。此外,PRF 所提供的生长因子也有助于加速种植体周围骨组织的愈合,增强种植体的稳定性。

PD、SBI 是评估牙周健康的常见指标<sup>[15-17]</sup>。在本研究中,观察组术后 PD、SBI 均低于对照组,这表明 SDF-1 $\alpha$  联合 PRF 能够更好地维护牙周健康。SDF-1 $\alpha$  不仅在骨组织修复方面发挥作用,还能调节局部炎症反应,促进软组织愈合。PRF 能够通过促进牙龈组织的修复,减轻炎症反应,进一步改善牙周健康<sup>[18-20]</sup>。因此,观察组术后 12 个月 PD 和 SBI 较低,反映其牙周组织愈合状况更好。

观察组在牙体外形及整体美观度评分上也高于对照组。这一结果可能与 SDF-1 $\alpha$  和 PRF 在促进骨再生和组织修复中的协同作用密切相关。由于骨结构的改善,种植牙周围的软硬组织得到了更好的支撑,从而使种植牙在形态和外观上更加自然<sup>[21]</sup>。骨结构的改善不仅为种植体提供了更坚实的基础,还减少了牙龈退缩的可能性,从而确保种植牙在美学上的表现更佳<sup>[22-23]</sup>。种植体周围的软硬组织恢复更加协调,牙体外形也更符合自然牙齿的形态。此外,PRF 中的生长因子还促进了牙龈的修复和再生,使术后牙龈色泽更加健康、均匀,避免了可能的炎症或颜色不均的现象<sup>[24]</sup>。软组织自然愈合,使种植体在外观上与周围天然牙齿更加一致,进一步提高了患者的术后外观满意度<sup>[25]</sup>。

尽管观察组在骨再生和牙周健康方面表现出更好的效果,但两组在种植牙成功率、完全愈合率及局部感染率方面无差异。这一结果表明,SDF-1 $\alpha$  联合 PRF 的治疗方案对骨再生和 ISQ 的促进作用较

明显, 但对于种植牙的整体成功率和完全愈合率的影响较为有限。这可能是由于其他因素在种植牙的成功率和愈合过程中也发挥了重要作用。

综上所述, SDF-1 $\alpha$ 联合PRF在促进种植牙患者骨组织再生、提高ISQ评分、改善牙周健康及提高美观度方面具有显著优势。尽管两组种植牙成功率和完全愈合率无差异, 但SDF-1 $\alpha$ 与PRF联合治疗在骨密度、骨厚度及牙槽骨结构方面的改善, 为临床种植牙修复提供了有力的支持。因此, SDF-1 $\alpha$ 联合PRF的治疗方案有望在临床进一步推广应用, 并为种植牙治疗提供更有效的骨再生策略。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 姚峥杰, 杨迪诚, 李伟, 等. 人工种植牙材料及表面处理的研究进展[J]. 中国材料进展, 2021, 40(2): 139-146.
- [2] 王桃, 吴燕, 肖茂萍. 种植体周围炎患者早期种植牙失败风险的列线图预测模型构建[J]. 四川医学, 2023, 44(5): 529-535.
- [3] 彭异卿, 黄元丁. 种植体根尖周炎的病因及临床治疗[J]. 中国实用口腔杂志, 2024, 17(2): 135-140.
- [4] 黄丽云, 李琳, 雪蓉, 等. 基质细胞衍生因子-1 $\alpha$ 联合富血小板纤维蛋白在种植牙骨组织再生中的应用研究[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2023, 19(3): 275-280.
- [5] 高玺鑫, 王溪, 范茂辉, 等. 富血小板纤维蛋白联合诱导骨基质修复兔口腔种植体周围骨缺损[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(14): 2207-2213.
- [6] 朱玉平. 二次龈下刮治术治疗牙周病的效果及对探诊深度、附着丧失、龈沟出血指数及菌斑指数的影响[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(13): 53-55.
- [7] 周小彤, 莫显超. 二氧化锆全瓷牙在牙齿美容修复中的效果分析[J]. 中国美容医学, 2019, 28(1): 132-134.
- [8] ALGHAMDI H S, JANSEN J A. The development and future of dental implants[J]. Dent Mater J, 2020, 39(2): 167-172.
- [9] ZHANG Y F, GULATI K, LI Z, et al. Dental implant nano-engineering: advances, limitations and future directions[J]. Nanomaterials (Basel), 2021, 11(10): 2489.
- [10] di STEFANO D A, AROSIO P, CAPPARÈ P, et al. Stability of dental implants and thickness of cortical bone: clinical research and future perspectives. A systematic review[J]. Materials (Basel), 2021, 14(23): 7183.
- [11] LIU Q, WEN Y, QIU J, et al. Local SDF-1 $\alpha$  application enhances the therapeutic efficacy of BMSCs transplantation in osteoporotic bone healing[J]. Heliyon, 2020, 6(6): e04347.
- [12] LIU M, LIU Y, LUO F. The role and mechanism of platelet-rich fibrin in alveolar bone regeneration[J]. Biomed Pharmacother, 2023, 168: 115795.
- [13] GAUR S, CHUGH A, CHAUDHRY K, et al. Efficacy and safety of concentrated growth factors and platelet-rich fibrin on stability and bone regeneration in patients with immediate dental implants: a randomized controlled trial[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2022, 37(4): 784-792.
- [14] 蒋冰坤, 宁慧影. 种植区骨密度、最大扭矩值、稳定系数对牙缺失种植修复患者种植体稳定性的影响[J]. 临床误诊误治, 2024, 37(11): 95-100.
- [15] 吕敏敏, 黄莹, 于兰, 等. 口腔种植体周围炎患者血清干扰素调节因子4、可溶性致癌抑制因子2检测的临床意义[J]. 检验医学, 2024, 39(8): 723-727.
- [16] YAPRAK E, KASAP M, AKPINAR G, et al. Abundant proteins in platelet-rich fibrin and their potential contribution to wound healing: an explorative proteomics study and review of the literature[J]. J Dent Sci, 2018, 13(4): 386-395.
- [17] 高巍朕, 张晓鹏, 李文科. 自体软组织移植辅助前牙即刻种植对唇侧轮廓美学的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(4): 54-59.
- [18] 王培, 苏小营, 后岷红. 上颌前牙区牙槽骨缺损形态与种植修复术后植骨吸收率的相关性及影响移植骨吸收的因素分析[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(4): 6-10.
- [19] RINTANALERT D, ISHIDA Y, HUANG A C S, et al. SDF-1 involvement in orthodontic tooth movement after tooth extraction[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 5048.
- [20] FU F G, LI M Q, YANG S Y, et al. The effects of SDF-1 combined application with VEGF on femoral distraction osteogenesis in rats[J]. Open Life Sci, 2024, 19(1): 20220851.
- [21] YAN S J, WANG D, ZHANG L, et al. LIPUS-S/B@NPs regulates the release of SDF-1 and BMP-2 to promote stem cell recruitment-osteogenesis for periodontal bone regeneration[J]. Front Bioeng Biotechnol, 2023, 11: 1226426.
- [22] ZHANG W, LIU M H, WU D, et al. PSO/SDF-1 composite hydrogel promotes osteogenic differentiation of PDLSCs and bone regeneration in periodontitis rats[J]. Heliyon, 2024, 10(11): e32686.
- [23] WU N, SONG J N, LIU X, et al. Effect of a low-energy Nd: YAG laser on periodontal ligament stem cell homing through the SDF-1/CXCR4 signaling pathway[J]. BMC Oral Health, 2023, 23(1): 501.
- [24] KIM S Y, SON M K, PARK J H, et al. The anti-inflammatory effect of SDF-1 derived peptide on *Porphyromonas gingivalis* infection via regulation of NLRP3 and AIM2 inflammasome[J]. Pathogens, 2024, 13(6): 474.
- [25] ALSHJAA B, TALMAC A C, ALTINDAL D, et al. Clinical and radiographic evaluation of the use of PRF, CGF, and autogenous bone in the treatment of periodontal intrabony defects: treatment of periodontal defect by using autologous products[J]. J Periodontol, 2024, 95(8): 729-739.

(童颖丹 编辑)

**本文引用格式:** 庄劭玉, 龚飞飞, 唐丽宇. 基质细胞衍生因子-1 $\alpha$ 联合富血小板纤维蛋白对即刻种植患者种植牙骨组织再生的效果[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(16): 86-91.

**Cite this article as:** ZHUANG S Y, GONG F F, TANG L Y. Effect of stromal cell-derived factor-1 $\alpha$  combined with platelet-rich fibrin on bone tissue regeneration around immediate implants[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(16): 86-91.