

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.09.045

•综述•

种植体周围软组织缺损的微创修复技术研究进展

陆杰

(杭州市萧山区第二人民医院口腔科, 浙江 杭州 311200)

[摘要] 种植体周围软组织缺损的微创修复技术以隧道技术、信封技术为核心, 联合自体结缔组织移植仍为疗效最确切的“金标准”; 异种胶原基质可避免供区损伤, 疗效可接受; 富血小板纤维蛋白与激光辅助主要发挥优化愈合的协同作用。微创术式在保留血供、减少并发症及改善患者体验方面优势突出, 临床选择需综合考量缺损类型、材料特性与术者经验, 未来应向更精准、微创的方向发展。

[关键词] 种植体周围; 软组织缺损; 微创修复技术; 隧道技术; 胶原基质; 结缔组织移植

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)09-0187-04

Research Progress in Minimally Invasive Repair Technique for Peri-implant Soft Tissue Defect

LU Jie

(Department of Stomatology, Hangzhou Xiaoshan Second People's Hospital, Hangzhou 311200, Zhejiang, China)

[Abstract] Minimally invasive repair technique for peri-implant soft tissue defect is centered on tunneling technique and envelope technique. Combined with autogenous connective tissue grafting, it remains the "gold standard" with definite curative effect. Xenogeneic collagen matrix can avoid donor site injury, with acceptable efficacy. Platelet-rich fibrin and laser assistance mainly exert synergistic effects on optimizing healing. Minimally invasive surgery has prominent advantages in preserving blood supply, reducing complications and improving patient experience. Clinical selection should comprehensively consider defect type, material properties and surgeon experience. In the future, it should be developed in a more accurate and minimally invasive direction.

[Key words] Peri-implant; Soft tissue defect; Minimally invasive repair technique; Tunneling technique; Collagen matrix; Connective tissue grafting

口腔种植修复技术(oral implant repair technique)目前已趋于成熟, 种植体5年及10年存留率分别可达96.4%和93.1%, 修复成功不仅以骨整合为衡量标准, 软组织的长期健康与美学稳定同样至关重要^[1]。种植体周围软组织作为隔绝口腔环境与骨内种植体的生物屏障, 其完整性直接影响边缘骨水平与菌斑控制效果^[2]。角化龈宽度不足($<2\text{ mm}$)、龈缘退缩及龈乳头缺失是软组织缺损的三大核心表现, 不仅影响美观, 还增加了种植体周围炎风险^[3]。传统软组织增量手术虽效果可靠, 但供区损伤与较长愈合周期会降低患者依从性。因此, 在保证疗效的前提下最大限度减少手术创伤, 已成为种植软组织外科的核心研究方向。本文系统梳理相关微创修复技术的最新

研究进展, 以期为临床决策提供参考。

1 种植体周围软组织缺损的成因与分类

1.1 成因分析 ①解剖与生物型因素: 薄龈生物型(龈厚度 $<1.5\text{ mm}$)患者龈缘退缩风险显著高于厚龈型, 对轻微炎症或机械刺激均易出现退缩倾向^[4]; 上颌前牙区骨板普遍较薄, 种植位点存在骨开窗或骨开裂者软组织塌陷概率大幅上升, 牙弓形态异常亦与龈乳头高度不足密切相关^[5]; ②手术与修复因素: 翻瓣范围过大可导致骨膜血供中断, 引发边缘骨吸收及继发性软组织退缩; 二期手术过度切除龈组织则直接减少角化龈量^[6]; 穿龈轮廓设计不佳(过凸或过凹)可造成组织压迫坏死或支撑不足, 修复体边缘位置不当亦是触发慢性龈



缘炎症的潜在因素; ③炎症与系统性因素: 种植体周围炎通过激活免疫炎症级联反应介导破骨细胞活化与结缔组织降解, 是软组织缺损进行性加重的核心病理机制; 吸烟可使角化龈增量效果劣化30%~50%; 糖尿病患者因胶原交联异常导致术后愈合迟缓, 移植物成活率明显下降^[7]。

1.2 临床分类与评估体系 目前临床主要采用以下指标对种植体周围软组织缺损进行分类与量化评估: ①角化龈宽度评估: 以2 mm为临界值, <2 mm为角化龈不足, 是软组织增量手术的主要适应证之一^[8]; ②龈缘退缩分级: 依据龈退缩深度、邻面骨及软组织水平对退缩程度进行评级; ③龈乳头充盈度: 采用Jemt指数(0~4级)评估相邻种植体或种植体-天然牙间乳头的充盈状态, 0级为乳头完全缺失, 4级为乳头过度增生^[9]; ④美学综合评分: 粉色美学评分(PES)从近中乳头、远中乳头、软组织水平、软组织轮廓、牙槽嵴缺损、软组织颜色及质地7个维度进行量化评估, 满分14分, ≥12分为临床可接受的美学效果。

2 传统修复技术及其局限性

2.1 游离龈移植 游离 龈移植是增加角化龈宽度效果最为确切的外科技术, 平均增加量可达3~5 mm, 长期稳定性较好^[10]。然而其局限性为腭部供区创伤大、术后疼痛强烈(15%~20%的患者因此拒绝手术); 移植片颜色与受区黏膜不匹配; 愈合期存在10%~30%的体积收缩; 连续多颗缺损时所需供区面积常超出腭部可取量上限。

2.2 侧向转位瓣与冠向复位瓣技术 侧向转位瓣利用邻近带蒂牙龈覆盖局部缺损, 适应范围有限且可能致供瓣区退缩^[11]。冠向复位瓣(CAF)通过瓣的冠向移动覆盖种植体颈部, 但须辅以垂直松弛切口, 术后肿胀明显, 在角化龈量极度不足时通常需与结缔组织移植(CTG)联合使用^[12]。

3 微创修复技术的研究进展

3.1 隧道技术 隧道技术在不切断龈乳头、不形成垂直切口的前提下, 通过骨膜上钝性分离构建皮下隧道, 将移植物引入并固定, 借助龈瓣冠向移位实现种植体颈部覆盖^[13]。其微创优势在于完整保留龈乳头血供、移植物三面被软组织包裹以提高成活率、避免垂直切口以改善美学效果。隧道技术联合自体结缔组织移植(CTG)是目前软组

织增量的“金标准”组合^[14], 单颗种植体龈缘退缩术后6个月完全根面覆盖率达91.3%, 多颗连续缺损亦可实现85%以上的平均根面覆盖率^[15]。

3.2 信封技术 信封技术分离范围较隧道技术更广, 向近远中延伸形成容纳腔隙, 适用于多颗种植体连续软组织缺损的一次性处理^[16]。该技术仅需龈沟内水平切口, 移植物植入后张力小、血管化条件良好。联合CTG处理多颗缺损, 术后6个月角化龈宽度平均增加2.4 mm, 患者术后疼痛评分较传统翻瓣移植降低约40%^[17]。

3.3 异体与异种移植物的临床应用

3.3.1 脱细胞真皮基质 脱细胞真皮基质(代表产品: Alloderm[®])来源于异体皮肤, 经去细胞处理后保留完整胶原纤维支架, 免疫原性极低, 可作为宿主成纤维细胞及新生血管长入的三维支架^[18]。联合隧道技术时, ADM软组织增量效果接近CTG, 平均角化龈宽度增加2.1~2.8 mm, 同时彻底消除腭部供区手术。其不足在于长期随访中存在15%~20%的体积吸收, 且材料价格较高^[19]。

3.3.2 异种胶原基质 以猪源胶原基质为代表的仿生材料, 多中心随机对照研究证实, 其与结缔组织移植组在12个月随访时角化龈宽度增加量差异无统计学意义, 而前者术后不适评分及愈合时间均更优。异种胶原基质来源充足、无供区损伤, 但对受区血供条件要求较高。

3.4 富血小板纤维蛋白(PRF)辅助再生 PRF是通过离心患者自体静脉血制备的第三代血小板浓缩物, 其三维纤维蛋白网络富集PDGF-BB、VEGF、TGF- β_1 等多种生长因子, 具有促血管生成、加速上皮化及刺激成纤维细胞增殖的多重生物学活性^[20]。临床上PRF膜(L-PRF或A-PRF⁺)常与CTG叠加植入隧道以增强细胞活性, 或制备成液态PRF(i-PRF)注射改善组织微循环, 或与XCM联用弥补其血管化缓慢的不足。研究显示^[21], PRF联合组软组织厚度增加量平均提高, 术后愈合时间缩短。其局限在于制备质量受患者血液状态和离心参数影响较大。

3.5 激光辅助微创治疗 钕激光(Er:YAG, 波长2940 nm)对水分子高度选择性吸收, 切割时出血极少, 热损伤范围可控制在50 μ m内, 并具有上调成纤维细胞胶原合成的生物调节效应^[22]。半导体激光(Diode Laser, 810~980 nm)则通过光热效应实现精准消融、止血及创面去污。激光主要应用于二期手术微创暴露愈合基台(保留更多角

化龈)、种植体周围炎牙周袋内净化,以及与胶原基质联用时的受区床活化处理。研究证实^[23], Er:YAG激光辅助手术在术后1周疼痛与肿胀方面显著优于传统手术刀组($P < 0.05$),但最终角化龈增量无显著差异,提示激光优势主要体现在围术期管理。

3.6 微切口无瓣技术 针对轻度龈缘退缩($< 2\text{ mm}$)或单纯龈乳头缺损,微切口无瓣技术提供了极度微创的干预选项:通过微型穿刺器在龈缘或乳头

基底部制备约1 mm微小切口,将PRF凝胶或胶原注射剂直接注入软组织层,实现局部增厚与轮廓改善,全程无需翻瓣、术后恢复极快^[24]。但现有文献随访周期多为3~6个月,长期循证证据尚不充分,建议在标准化研究框架内审慎开展。

4 不同技术临床效果综合比较

基于现有文献证据,对主要微创修复技术的核心临床参数进行对比分析^[25],见表1。

表1 不同微创修复技术临床效果比较

技术类型	术后疼痛	角化龈增量	根面覆盖率	供区损伤	长期稳定性	学习曲线
隧道+CTG	轻	++ (2~4 mm)	85%~91%	有(腭部)	优	陡
隧道+ADM	轻	++ (2~3 mm)	80%~88%	无	良	中
隧道+XCM	轻	+ (2~3 mm)	75%~85%	无	良	中
信封+CTG	轻-中	++ (2~4 mm)	82%~90%	有(腭部)	优	中
PRF联合增量	极轻	+ (辅助)	辅助提升	无	待评估	较易
激光辅助	极轻	+ (辅助)	无显著差异	无	待评估	较易
游离龈移植(FGG)	重	+++ (3~5 mm)	低	有(腭部大)	优	中

注:角化龈增量中表示相对增量效果;根面覆盖率数据来源于纳入 ≥ 6 个月随访的随机对照研究或前瞻性队列研究;PRF及激光辅助技术数据来自联合应用研究。

5 影响微创修复效果的关键因素

5.1 患者层面因素 菌斑指数(PI) $> 20\%$ 的患者移植物失效风险显著上升;每日吸烟 ≥ 10 支者增量效果不良的相对风险约为不吸烟者的2.4倍($OR=2.4, 95\%CI: 1.6\sim 3.5$);糖尿病患者须将HbA1c控制在7%以下方可考虑手术^[26]。薄龈型患者即便增量成功,术后复发率仍高于厚龈型,建议同期行结缔组织增厚处理。

5.2 术者与材料因素 微创技术成功高度依赖术者对骨膜上分离平面的精准掌控。隧道技术中移植物暴露发生率8%~15%,主要因腔壁张力过大或固定不稳所致,建议使用专用隧道预备器械及5-0或6-0可吸收单股缝线。移植材料应优先选择具有充分临床证据支持的认证产品;PRF制备须固定离心参数(推荐A-PRF⁺方案:1300 rpm \times 14 min)以保证生长因子含量的批次稳定性。

6 常见并发症及预防策略

移植物暴露是最常见并发症(术后2~3周多发),文献报告其发生率为8%~15%,且吸烟者并发症风险显著高于非吸烟者(33.3% vs 7.7%)^[27]。

预防关键在于:术前充分评估受区张力,术中确保瓣缘无张力对合,术后2周避免唇部过度伸展。移植物感染与坏死可通过术前氯己定漱口液预处理及术后预防性抗生素加以防控。长期软组织退缩(复发)的主要诱因因为种植体周围炎未控制、口腔卫生不良及穿龈轮廓调整不当。研究显示^[28],软组织增量术后种植体周围黏膜炎发生率介于0~50%,种植体周围炎介于0~7.14%,提示长期随访的必要性。建议完成修复后制定严格的支持性种植体周围治疗(SPIT)方案,维持期第1年随访频率不低于每3个月1次,并持续监测探诊深度(PD)及探诊出血(BOP)。

7 总结

种植体周围软组织缺损的微创修复技术已形成以隧道技术、信封技术为核心,异种胶原基质、PRF及激光辅助为重要补充的多元化体系。相比于传统术式,微创修复在保留血供、减少并发症、改善就医体验方面优势确切。其中,隧道联合结缔组织移植仍为临床证据最充分的“金标准”;异种胶原基质可在避免供区损伤的前提下



取得可接受疗效; PRF与激光则主要作为辅助手段, 促进围术期愈合。未来研究应聚焦于3D生物打印支架、AR导航及干细胞源性再生制剂的临床转化, 并通过多中心研究验证其疗效。临床医师需综合患者个体差异制定治疗策略, 建立长期随访机制, 推动软组织管理向更精准、更微创的方向发展。

[参考文献]

[1]于海洋,杨晶.骨膜下植骨技术修复兔口腔种植体颊侧骨缺损的实验研究[J].齐齐哈尔医学院学报,2024,45(21):2012-2019.

[2]于晓丽.陶瓷牙科种植技术在口腔修复中的优势与挑战[J].陶瓷科学与艺术,2024,58(7):80.

[3]肖菲,刘云,关振群.上颌前牙单牙即刻种植后即刻修复和延期修复对种植体周围软组织美学效果的影响[J].中国美容医学,2025,34(10):149-153.

[4]朱蒙飞,刘鑫,唐旭炎.根盾技术和不翻瓣即刻种植在不同牙龈生物型的种植美学比较[J].口腔医学,2023,43(4):327-333.

[5]陈勇,朱加胜.根盾技术即刻种植和不翻瓣即刻种植在上颌前牙区种植修复中的应用效果对比[J].中国社区医师,2025,41(25):34-36.

[6]刘栋宇,吕佳欣,周和阳,等.口腔种植体周围软组织增量技术相关临床研究进展[J].中华老年口腔医学杂志,2022,20(5):307-312.

[7]毛远科.前牙美学种植区修复美学效果与软组织增量技术的研究进展[J].现代医学与健康研究电子杂志,2021,5(2):114-117.

[8]赵萌,高益鸣.种植体周围软组织的临床意义和研究进展[J].口腔颌面外科杂志,2019,29(2):105-109.

[9]李爱玲,周弘.“三明治”截骨术在前牙区种植修复临床应用[J].口腔医学研究,2020,36(3):293-297.

[10]李宏,杨卓娅.游离龈移植及单纯应用可吸收膜诱导角化龈生成在种植体周围角化龈缺失中的应用对比[J].中国美容医学,2023,32(7):135-139.

[11]闫娜,黄涛,张中月,等.富血小板纤维蛋白联合GBR技术在种植体周围炎骨缺损重建的临床应用[J].实用医学杂志,2020,36(6):813-817.

[12]谢成婕,廖阳阳,童方丽,等.隧道技术在前牙区连续牙龈退缩伴非龋性牙颈部缺损治疗中的临床疗效[J].南方医科大学学报,2021,41(11):1680-1685.

[13]李大勇.口腔种植技术中骨组织再生的关键:生物材料的选择与应用[J].现代医学研究,2025,5(9):73-75.

[14]罗岚,王君琳,陈琳,等.数字化引导隧道软组织移植联合临时修复体塑形重建多颗前牙红色美学病例1例[J].中国口腔种植学杂志,2025,30(6):525-531.

[15]谢成婕,刘小豪,陈杰,等.根面覆盖术之隧道技术的研究进展[J].口腔疾病防治,2023,31(8):533-542.

[16]付丽,周延民.富血小板纤维蛋白在种植体周围软组织增量中的应用研究[J].中国口腔种植学杂志,2025,30(2):98-105.

[17]谭葆春,李凌俊,闫福华.改良膜龈手术在牙龈退缩治疗中的应用[J].口腔疾病防治,2024,32(1):2-11.

[18]陈先锋,陈竹林,刘晶.异种脱细胞真皮基质在口腔颌面部软组织缺损修复的应用[J].生物医学工程与临床,2021,25(1):66-68.

[19]Galve-Huertas A,Decadt L,García-González S,et al.Immediate implant placement with soft tissue augmentation using acellular dermal matrix versus connective tissue graft:a systematic review and meta-analysis[J].Materials,2024,17(21):5285.

[20]高玺鑫,王溪,范戎辉,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.

[21]许春梅,张尽美,吴亚菲,等.膜龈手术中自体软组织替代物的研究进展[J].华西口腔医学杂志,2019,37(2):208-213.

[22]邹浩南,王琪.基于半导体激光的口腔修复软组织管理的临床策略[J].国际口腔医学杂志,2025,52(4):436-442.

[23]郭涛,张鹏飞,许音,等.Er:YAG激光与超声骨刀在拔除下颌低位垂直阻生齿中的临床疗效比较[J].河北医科大学学报,2022,43(9):1073-1078.

[24]罗昕,刘红红,张志宏,等.下颌第一磨牙单冠种植义齿邻接关系改变对种植体周软硬组织健康影响的回顾性研究[J].口腔医学研究,2025,41(2):155-160.

[25]范可昂,钟金晟,欧阳翔英,等.经前庭沟切口的骨膜下隧道技术在治疗Miller I、II度单牙牙龈退缩中的应用[J].北京大学学报(医学版),2019,51(1):80-85.

[26]黄佳奇,闫香珍.牙周非手术治疗对糖尿病伴牙周炎患者血糖调控作用的研究进展[J].口腔疾病防治,2025,33(11):997-1009.

[27]杨卓娅,李宏.种植联合游离龈移植术修复牙列缺损伴软硬组织中重度缺损的临床观察[J].中国美容医学,2023,32(8):131-135.

[28]张亭亭,胡晓菁,林璐.种植体植入15年内种植体周围炎和种植周黏膜炎发生率调查[J].上海口腔医学,2021,30(3):292-296.