

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.22.047

## 口腔美学区种植修复中软组织稳定性的研究进展

朱巧彬

(黄骅市人民医院, 河北 黄骅 061100)

**[摘要]** 口腔美学区种植修复以实现功能与美学的双重重建为终极目标。种植体周软组织作为美学效果的核心载体, 其长期稳定性是决定修复成效持久与否及患者满意度的关键。随着多学科的交叉融合, 该领域研究已从临床表象深入至生物学机制、精准干预与疗效评估等前沿。本文综述立足于口腔美学区种植修复, 系统阐述其软组织生物学基础与关键影响因素, 详细介绍当前主流的精准评估与干预策略, 并进一步探讨长期维护管理的要点, 同时对未来研究热点进行展望, 旨在为临床实践提供理论参考与决策依据。

**[关键词]** 口腔美学区; 种植修复; 软组织稳定性

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)22-0191-04

### Research Progress on Soft Tissue Stability in Implant Restoration of the Oral Aesthetic Zone

ZHU Qiaobin

(Huanghua Municipal People's Hospital of Hebei Province, Huanghua 061100, Hebei, China)

**[Abstract]** Implant restoration in the oral aesthetic zone aims to achieve the dual reconstruction of function and aesthetics. As the core carrier of aesthetic effect, the long-term stability of peri-implant soft tissue is the key to determining the durability of restoration effect and patient satisfaction. With the intersection and integration of multiple disciplines, research in this field has advanced from clinical manifestations to frontiers such as biological mechanisms, precise intervention and efficacy evaluation. Based on implant restoration in the oral aesthetic zone, this review systematically elaborates on the biological basis of soft tissue and its key influencing factors, details the current mainstream precise assessment and intervention strategies, further discusses the key points of long-term maintenance and management, and prospects for future research hotspots, aiming at providing theoretical references and decision-making bases for clinical practice.

**[Key words]** Oral aesthetic zone; Implant restoration; Soft tissue stability

口腔美学区种植修复 (implant restoration in the oral aesthetic zone) 的核心在于同步实现功能重建与美学再现, 其中, 种植体周软组织作为美学表现的关键载体, 其长期稳定性直接决定了修复效果的持久度与患者的最终满意度<sup>[1, 2]</sup>。随着口腔种植学、牙周病学与再生医学的深度交叉, 针对软组织稳定性的研究已逐步从宏观临床观察, 迈向对微观生物学机制、精准干预技术及长期预后评估的深层探索<sup>[3]</sup>。基于此, 本文旨在系统梳理美学区种植中软组织稳定性的生物学特性、影响因素、评估体系、前沿干预策略及未来

研究方向, 以期为临床精准诊疗提供理论依据与实践指导。

#### 1 美学区种植体周软组织的生物学特性

1.1 组织学结构与功能特点 种植体周软组织由上皮组织与结缔组织共同构成, 其结构的完整性与功能的协调性是维持长期稳定的基础<sup>[4]</sup>。上皮层依次分为口腔上皮、沟内上皮及结合上皮, 其中结合上皮通过半桥粒结构与种植体表面氧化层形成紧密的机械性附着, 构成抵御微生物侵入的首道生理屏障; 该附着的长度与强度直接关系到软

组织抵抗机械与炎症性退缩的能力。与天然牙周组织相比,种植体周软组织缺乏牙骨质-牙周膜纤维复合体,生物性修复能力相对有限。此外,美学区特殊的解剖位置使其更易受到咀嚼力、咬合创伤及外部刺激的影响,尤其上颌前牙区唇侧软组织普遍较薄、血供相对不足,成为术后软组织退缩的高发区域<sup>[5]</sup>。

**1.2 软组织稳定的生物学机制** 种植体周软组织的长期稳定有赖于上皮-结缔组织复合体的功能性附着及其动态平衡的维持。分子生物学研究显示<sup>[6]</sup>,种植体表面的理化特性能够通过调控细胞黏附分子的表达,进而影响上皮细胞的黏附、增殖与迁移行为,最终决定结合上皮的附着质量。钛基种植体表面的微纳米级结构可激活成纤维细胞的力学感知通路,促进I型与III型胶原的合成,从而增强结缔组织的机械支撑性能。

血管新生是软组织稳定的另一关键生物学过程。血管内皮生长因子与成纤维细胞生长因子等细胞因子,通过调控血管内皮细胞的增殖与迁移,参与构建功能性微血管网络,为软组织提供持续的营养与代谢支持<sup>[7]</sup>。研究显示<sup>[8]</sup>,在软组织稳定性良好的病例中,血管内皮生长因子的表达水平较不稳定病例高出37%~52%,提示血管生成能力与软组织稳定性之间存在明确的正相关关系。

## 2 影响美学区种植体周软组织稳定性关键因素

**2.1 患者相关因素** 糖尿病患者因胰岛素分泌不足或作用抵抗,会抑制成纤维细胞增殖、胶原合成及血管新生等愈合过程,导致软组织愈合延迟<sup>[9]</sup>。吸烟则通过降低组织氧供、干扰关键细胞因子的分泌以及加剧氧化应激反应,破坏软组织修复的微环境<sup>[10]</sup>。患者的牙槽骨的形态与质量也直接决定了软组织的支撑效果,当唇侧骨板厚度小于1 mm时,术后骨吸收量可达0.9~1.3 mm,进而引发软组织的跟随性退缩;而牙槽嵴垂直高度不足则会导致龈乳头缺乏有效的骨性支撑,出现乳头塌陷或高度丧失<sup>[11]</sup>。

**2.2 种植体设计与表面改性因素** 种植体颈部设计是影响软组织形态与稳定性的重要参数。平台转移设计通过缩小基台直径,使软组织附着点向种植体内部迁移,从而减少对唇侧软组织的机

械刺激与骨吸收压力。研究显示<sup>[12]</sup>,采用该设计术后2年的龈缘退缩量较传统平齐式设计减少0.3~0.5 mm,龈乳头高度维持率提高25%~30%。种植体颈部微螺纹结构可增强与结缔组织的机械嵌合作用,促进胶原纤维附着;而光滑颈部设计则更利于结合上皮的附着与生物学封闭。此外,种植体表面改性技术通过优化其表面理化特性,能够主动调控软组织细胞的生物学反应,为促进稳定的软组织封闭创造有利条件。

**2.3 外科与修复操作因素** 外科操作的精准度决定软组织的初始形态与愈合质量。微创拔牙技术借助专用器械最大限度地减少对牙周组织的创伤,保留更多牙周膜干细胞与骨组织,可使术后软组织肿胀程度降低40%~50%,并将龈缘位置的变化量控制在0.1 mm以内。种植体的三维位置精准控制至关重要。过度唇向倾斜会增加软组织张力,导致远期退缩;而种植体与骨壁之间间隙过大则易导致骨填充不全,继而引发软组织塌陷<sup>[13]</sup>。修复体设计与制作质量对软组织稳定性具有长期影响。临时修复体的穿龈形态是引导软组织塑形的关键,需模拟天然牙的解剖外形,形成渐变的穿龈轮廓,以促进龈乳头充盈和龈缘曲线协调,从而减少菌斑堆积与炎症风险。最终修复体的边缘位置与形态同样至关重要,合理的龈下边缘设计在获得理想美学效果的同时,需兼顾对软组织的长期健康维护<sup>[14, 15]</sup>。

## 3 软组织稳定性的精准评估体系

**3.1 临床量化评估** 软组织稳定性的临床评估需融合形态、功能与美学多维度指标。形态学关注龈缘位置、软组织厚度及龈乳头高度;功能学以探诊深度、出血及菌斑指数为核心,反映种植体周健康水平<sup>[16]</sup>。美学评估则采用粉色美学评分,并结合红色美学评分综合评价修复体与软组织的协调性,从而实现对美学效果的全面判断<sup>[17]</sup>。

**3.2 影像学与数字化评估** 锥形束CT(CBCT)可精准量化牙槽骨形态及种植体-骨界面状态,其测量误差小于0.05 mm。高频超声能清晰显示软组织分层结构,精确测量软组织厚度与生物学宽度,并实时评估血流灌注情况,为早期风险识别提供依据<sup>[18]</sup>。数字化三维评估技术进一步实现了软组织变化的动态可视化与精准量化,通过构建个体

化软组织数据库,显著提升了评估客观性与临床决策支持能力<sup>[19]</sup>。

#### 4 维持软组织稳定性的精准干预技术

4.1 软组织增量与再生技术 结缔组织移植术是增加软组织厚度与改善组织质量的经典方法。该技术通过从上腭获取游离结缔组织瓣并移植于种植体唇侧,有效增加角化组织宽度与局部血管密度,从而增强软组织抗退缩能力。研究显示<sup>[20, 21]</sup>,结缔组织移植可使唇侧软组织厚度平均增加0.9~1.3 mm,术后3年龈缘退缩量可控制在0.2 mm以内,尤其适用于薄龈生物型患者。对于存在龈乳头缺损的病例,采用颗粒化结缔组织移植填充邻间隙,可使龈乳头高度恢复率达到68%~75%,有效改善前牙区美学效果。

4.2 精准种植与修复技术 即刻种植与即刻修复是维持软组织形态稳定的关键策略。即刻种植在微创拔牙后同期植入种植体,能最大程度保留原有牙槽骨壁与牙周组织,为软组织提供天然支撑。该技术术后1年软组织轮廓变化量仅为0.09~0.21 mm,优于延期种植。即刻修复则通过临时修复体的穿龈轮廓设计,对软组织形态进行引导与塑形。

4.3 数字化与智能化辅助技术 通过融合CBCT数据与口内扫描模型,可在术前精准规划种植体三维位置,并借助外科导板实现术中毫米级精度的植入,种植体位置误差可控制在0.1~0.2 mm<sup>[22]</sup>。临床研究表明<sup>[23]</sup>,采用数字化导板辅助种植,术后1年龈缘退缩量较自由手操作减少0.23~0.31 mm,并显著降低术中软组织损伤风险。

#### 5 软组织稳定性的长期维护与风险管控

5.1 个体化维护方案 术后24 h内应避免刷牙与漱口,24 h后可使用软毛牙刷轻柔清洁种植体周,并配合0.12%氯己定漱口液,以降低早期炎症发生风险。拆线后6个月内应避免咬硬物,减少对软组织的机械刺激。此外,需建立规律的复查机制(术后1、3、6个月),及时调整修复体形态与咬合关系,并彻底清除种植体周菌斑与牙石。

5.2 风险预警与干预 多维度风险评估体系应综合患者全身状况、局部解剖条件及治疗相关因素,构建风险评分模型,将患者划分为低、

中、高3个风险等级。对高风险患者,需采取强化干预策略,以降低术后软组织退缩风险。术后动态监测与早期干预同样重要,如通过数字化评估发现术后6个月内软组织退缩量>0.5 mm、软组织体积减小>0.3 mm<sup>3</sup>或持续存在探诊出血,应及时采取针对性干预。

#### 6 研究热点与未来趋势

6.1 生物活性材料与再生技术 新型生物活性材料的发展为软组织稳定性维护提供了多元化的策略。干细胞疗法虽在促进软组织功能性再生方面潜力显著,但其临床应用仍受限于细胞来源、安全性和伦理等因素。组织工程支架材料通过模拟细胞外基质结构,有效支持细胞黏附与增殖,并在负载特定生长因子后进一步增强再生能力,已有临床观察表明<sup>[24]</sup>,其可增加软组织厚度0.6~0.8 mm。此外,外泌体作为一种无细胞再生治疗策略,亦展现出广阔的转化前景。

6.2 数字化与智能化技术的深度融合 基于深度学习的人工智能系统能够自动识别CBCT影像中的关键解剖参数,识别准确率可达89%,实现了对种植位点解剖结构的精准量化评估。同时, AI模型通过整合分析患者多维数据,可预测术后软组织长期稳定性趋势,为制定个体化治疗方案提供循证决策支持。此外, AI辅助的修复体设计系统能自动优化穿龈轮廓与边缘位置,提升修复体与软组织的形态适配性,从而有效降低因机械刺激引发的软组织稳定性风险。

6.3 分子机制与精准调控 Wnt/β-catenin信号通路在软组织再生过程中发挥关键调控作用,激活该通路可促进成纤维细胞增殖与胶原合成。此外,血管内皮生长因子通过调控血管新生过程影响软组织血供,其表达水平与软组织厚度呈正相关( $r=0.72$ ,  $P<0.01$ )。研究显示<sup>[25]</sup>,外源性血管内皮生长因子的局部递送可使种植体周软组织血管密度增加30%~40%,有效提升组织修复能力。

#### 7 总结

口腔美学区种植修复的成功依赖种植体周软组织的稳定性。为实现软组织的稳定,临床诊疗需在理解其生物学本质的基础上,统筹考虑患者的全身状态、局部解剖条件、种植体系统设计及

手术修复操作等多重因素。当前,一套集“精准评估-靶向干预-长期维护”于一体的综合技术路径已日趋成熟:通过PES/WES评分、CBCT与数字化三维评估实现软组织的客观量化;运用结缔组织移植、即刻种植与修复、数字化导板等技术应对增量与形态挑战;并依托个体化维护与风险预警体系以控制远期并发症。随着生物活性材料、AI辅助诊疗及分子生物学研究的持续突破,对软组织稳定性的调控将迈入更精准、个性化的新阶段,为提升患者长期疗效与推动学科发展奠定坚实基础。

### [参考文献]

- [1]江河,李俊.口腔美学区数字化即刻种植修复的现状与进展[J].中国医疗美容,2020,10(9):151-154.
- [2]林祝炜,汤泓,姜志文,等.美学区种植二期修复中实施临时冠诱导牙龈成形干预的临床效果研究[J].黑龙江中医药,2024,53(5):417-419.
- [3]喻新波,邬春兰,王凤,等.游离龈瓣移植用于下颌骨骨瓣联合种植修复后软组织稳定性[C]//中华口腔医学会口腔种植专业委员会.中华口腔医学会口腔种植专业委员会第15次口腔种植学术会议大会会刊.上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔第二门诊,上海交通大学医学院附属第九人民医院牙周病科,2024:284.
- [4]陈庆生,崔凌云,董孝立,等.即刻种植和早期种植对前牙美学区种植体周软组织影响的比较研究[J].现代口腔医学杂志,2019,33(2):87-90.
- [5]贾相斌,曹潇,张宇宸,等.美学区单颗种植体临时修复后不同印模方式获取软组织轮廓准确性的对比分析[J].口腔医学研究,2022,38(9):837-842.
- [6]郭雅彤,张正,陈溯,等.3D打印钛合金表面氢化TiO<sub>2</sub>纳米管对人牙龈成纤维细胞生物学行为影响的实验研究[J].口腔医学研究,2025,41(7):607-614.
- [7]Ahmad A, Nawaz M I. Molecular mechanism of VEGF and its role in pathological angiogenesis[J]. J Cell Biochem, 2022, 123(12):1938-1965.
- [8]Dudley AC, Griffioen AW. Pathological angiogenesis: mechanisms and therapeutic strategies[J]. Angiogenesis, 2023, 26(3):313-347.
- [9]张秩,陈超,吴平平,等.糖尿病足溃疡伤口延迟愈合的病理机制研究[J].临床皮肤科杂志,2025,54(1):48-51.
- [10]刘永欣,赵景茹,孙云,等.急性吸烟对健康男性高敏C反应蛋白和氧化应激的影响[J].中国老年学杂志,2011,31(19):3700-3701.
- [11]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.
- [12]姜佳杨.美学区即刻与早期种植软硬组织变化的研究[D].长春:吉林大学,2022.
- [13]王宁,颜兴.种植体周围龈乳头高度的保存与重建研究进展[J].口腔医学研究,2019,35(8):741-743.
- [14]李熠,陆丞,邱立新.美学区即刻种植长期效果的影响因素及临床决策[J].口腔疾病防治,2025,33(9):719-731.
- [15]倪伟琪,孟维艳.修复设计对种植体周围组织影响的研究进展[J].临床口腔医学杂志,2025,41(7):439-441.
- [16]邹高健,廖宗生,毛远科,等.骨再生术联合翻瓣刮治对牙种植周围感染患者牙周健康指标与炎症状态的影响[J].现代医学与健康研究(电子版),2021,5(4):86-88.
- [17]朱婷婷.种植牙美学评价标准及影响因素[J].口腔疾病防治,2017,25(10):672-676.
- [18]张欢.高频超声联合超微血管成像技术在尖牙牙周组织中的应用[D].合肥:安徽医科大学,2023.
- [19]郑长虹,李磊.无牙颌种植修复中传统和数字化印模的精度研究[J].四川大学学报(医学版),2025,56(3):778-784.
- [20]池毓坦,杨燕宗,王飞翔.冠向复位瓣联合结缔组织移植术对牙龈退缩的治疗效果及对舒适度和术后美观度的影响[J].中国医疗美容,2025,15(5):93-97.
- [21]连璐雅,丁佩惠,陈莉丽.冠向复位瓣联合或不联合上皮下结缔组织移植治疗Miller I类牙龈退缩[C]//中华口腔医学会牙周病学专业委员会.第十一次全国牙周病学学术会议摘要汇编.浙江大学医学院附属第二医院牙周病专科,2017:596.
- [22]苏镇亚.基于数字化技术的骨增量同期即刻修复在美学区种植治疗中的临床研究[D].成都:四川大学,2022.
- [23]吴倩倩,杜丽娟,范雅儒,等.全程数字化导板即刻种植即刻修复在前牙美学区精准度的研究[J].中国美容医学,2024,33(7):119-123.
- [24]刘越,马哲.组织工程支架材料在牙槽骨修复再生中的研究进展[J].现代口腔医学杂志,2024,38(3):231-236.
- [25]王璞,倪广晓.骨髓间充质干细胞移植治疗牙周组织再生[J].基因组学与应用生物学,2019,38(9):4257-4261.