

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.14.022

纳米复合树脂对上颌前牙区美学修复患者牙周健康状态的影响

李 政

(苏州卫生职业技术学院附属口腔医院/苏州市华夏口腔医院牙体牙髓科, 江苏 苏州 215002)

[摘要]目的 探究纳米复合树脂对上颌前牙区美学修复患者牙周健康状态的影响。方法 选择2025年1月-10月来我院就诊的130例上颌前牙缺损患者,以随机数字表法分为对照组和观察组,各65例。对照组采用光固化复合树脂修复,观察组采用纳米复合树脂修复,比较两组牙周健康状态、咀嚼功能、美学修复效果及并发症发生率。结果 两组术后6个月GI、SBI、PLI、MD均低于术前,且观察组低于对照组($P<0.05$);观察组术后6个月咬合力、咀嚼效率均高于对照组($P<0.05$);观察组边缘密合性、颜色匹配度、修复体完整性、修复体崩裂风险、修复体脱落、继发龋风险、牙龈健康评分均低于对照组($P<0.05$);观察组并发症发生率(7.69%)低于对照组(24.62%)($P<0.05$)。结论 在上颌前牙区美学修复中应用纳米复合树脂可有效改善患者的牙周健康状态,优化咀嚼功能,提升美学修复效果,有利于降低并发症发生几率,临床应用价值确切。

[关键词] 纳米复合树脂;光固化复合树脂;上颌前牙;美学修复;牙周健康

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)14-0089-05

Effect of Nano-composite Resin on Periodontal Health Status in Patients Undergoing Aesthetic Restoration of Maxillary Anterior Teeth

LI Zheng

(Department of Endodontics, Affiliated Stomatological Hospital of Suzhou Vocational Health College/Suzhou Huaxia Stomatological Hospital, Suzhou 215002, Jiangsu, China)

[Abstract]Objective To explore the effect of nano-composite resin on periodontal health status in patients undergoing aesthetic restoration of maxillary anterior teeth. **Methods** A total of 130 patients with maxillary anterior tooth defect treated in our hospital from January to October 2025 were selected, and they were divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 65 patients in each group. The control group was restored with light-curing composite resin, and the observation group was restored with nano-composite resin. The periodontal health status, masticatory function, aesthetic repair effect and complication rate were compared between the two groups. **Results** At 6 months after operation, the GI, SBI, PLI and MD in the two groups were lower than those before operation, and those in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). At 6 months after operation, the occlusal force and masticatory efficiency in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). The scores of marginal adaptation, color matching, restoration integrity, risk of restoration fracture, restoration dislodgement, secondary caries risk and gingival health in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The incidence of complications in the observation group (7.69%) was lower than that of the control group (24.62%) ($P<0.05$). **Conclusion** The application of nano-composite resin in aesthetic restoration of maxillary anterior teeth can effectively improve patients' periodontal health status, optimize masticatory function, improve the aesthetic repair effect, help to reduce the incidence of complications, which possesses definite clinical application value.

[Key words] Nano-composite resin; Light-curing composite resin; Maxillary anterior teeth; Aesthetic restoration; Periodontal health

上颌前牙 (maxillary anterior teeth) 是面部微笑美学关键区域, 承担咀嚼、发音、美观等多重作用, 龋齿、外伤、牙间隙、氟斑牙等易引发牙体缺损、色泽异常, 不仅损害口腔功能, 还会造成自卑、焦虑心理, 是口腔科高频修复需求^[1]。微创树脂粘接修复因磨牙少、单次完成、性价比高, 现已成为前牙缺损首选方案。传统光固化复合树脂填料为微米颗粒, 固化后易出现边缘微渗漏, 长期存在着色、继发龋问题, 抛光与透光效果较差, 术后敏感、牙龈炎多发, 远期美学与牙周维护效果有限^[2]。纳米复合树脂以硅、锆纳米填料为核心, 粒径仅0.005~0.01 μm , 拥有低收缩、高密合、高抛光、生物相容性优良等特性, 分层堆塑可分层还原天然牙层次质感^[3]。现有文献多单一对比美观或敏感指标, 缺少牙周、咀嚼、并发症的综合对照。基于此, 本研究旨在进一步分析纳米复合树脂对上颌前牙区美学修复患者牙周健康状态的影响, 以期为临床选材与标准化操作提供循证依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2025年1月-10月于苏州卫生职业技术学院附属口腔医院/苏州市华夏口腔医院就诊的130例上颌前牙缺损患者, 以随机数字表法分为对照组和观察组, 各65例。对照组男32例, 女33例; 年龄22~48岁, 平均年龄 (35.87 $\pm$ 6.93) 岁; 患牙类型: 龋齿28例, 外伤缺损18例, 楔状缺损13例, 氟斑牙6例。观察组男34例, 女31例; 年龄23~49岁, 平均年龄 (36.42 $\pm$ 7.15) 岁; 患牙类型: 龋齿32例, 外伤缺损14例, 楔状缺损12例, 氟斑牙7例。两组性别、年龄及患牙类型比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 研究可比。患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: ①缺损部位为上颌切牙、尖牙, 包含龋齿、外伤缺损、楔状缺损、前牙间隙 $\leq 3\text{ mm}$, 具备树脂直接修复指征; ②年龄18~60周岁, 牙髓活力正常, 已完善根管治疗, 无根尖炎症; ③修复前牙周基础治疗完成, 无重度牙周炎, 牙齿松动度 $\leq \text{I度}$; ④无夜磨牙、重度紧咬牙等异常咬合习惯。排除标准: ①缺

损延伸至龈下过深, 无法通过排龈充分暴露粘接边缘; ②合并糖尿病、自身免疫病、凝血功能障碍等全身性疾病; ③对树脂、粘接剂等牙科材料过敏; ④重度四环素牙、重度氟斑牙, 遮色需求高, 不适合直接树脂修复; ⑤存在隐裂牙、牙根吸收、严重根尖病变; ⑥长期大量饮用浓茶、咖啡、吸烟且无法保持口腔卫生。

1.3 方法 术前对所有患者行全口超声洁治清除菌斑与色素, 自然光下采用Vita比色板分区域比色并留存影像; 使用橡皮障联合排龈线隔湿, 充分暴露缺损洞缘。采用低速球钻、金刚砂车针去除腐质与坏死牙体组织, 洞缘制备 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 短斜面, 近髓缺损以氢氧化钙盖髓保护牙髓, 生理盐水冲洗、乙醇擦拭后吹干牙面。两组统一使用3M自酸蚀粘接剂 (3M Deutschland GmbH, 国械注进20143176221, 型号: Single Bond Universal) 涂布牙体表面, 静置20 s后轻吹薄涂层, 光照固化20 s。另外, 两组修复后宣教内容统一, 均告知24 h内忌冷热、坚硬及深色食物, 规范牙线、牙刷清洁方式。

1.3.1 对照组 采用光固化复合树脂修复: 选择微米级光固化复合树脂 (美国3M ESPE公司, 国械注进20153171134, 型号: Z100) 进行修复, 遵循分层充填原则, 每层厚度不超过2 mm, 每层光照固化40 s; 分层堆塑还原牙本质、釉质解剖形态, 修整邻接与咬合, 去除边缘悬突, 统一配套抛光系统由粗至细完成唇面、邻面精细抛光, 消除咬合早接触点。

1.3.2 观察组 采用纳米复合树脂修复: 选择3M Z350 XT纳米复合树脂 (美国3M ESPE公司, 国械注进20153170485, 型号: Z350 XT) 进行修复, 术前牙体预备、护髓、隔湿、粘接、分层充填厚度、单层光照固化时间、咬合调整及抛光流程均与对照组完全一致, 仅替换修复树脂材料。术中结合天然牙体解剖结构特征, 采用分层美学堆塑技术, 逐层模拟天然牙本质基底色泽与牙釉质表层通透质感, 精准复刻患牙天然外形、切端透光层次及表面纹理。堆塑过程中逐层修整修复体形态, 精准把控邻接松紧度与咬合面解剖高点, 修复完成后精细打磨抛光, 最大程度还原天然牙美学形态与生理功能, 同时保障修复体边缘密合性

与长期稳定性,所有操作步骤标准化统一,可重复实施。

1.4 观察指标

1.4.1调查两组牙周健康状态 术前及术后6个月检测牙龈指数(GI)、龈沟出血指数(SBI)、菌斑指数(PLI)、牙松动程度(MD)。GI、PLI分值均为0~3分,SBI分值为0~5分;MD分为0~3度,上述指标评分、分度等级越高,提示牙周炎症程度越重,患牙松动情况越显著。

1.4.2检测两组咀嚼功能 术前及术后6个月采用咬合力检测仪检测下颌前牙咬合力。同时,采用分光光度法测定咀嚼效率,取2 g去皮花生米,嘱患者充分咀嚼20 s,收集全部咀嚼物并蒸馏水混匀过滤制备滤液,同步制备标准混悬液;咀嚼效率=(标准混悬液吸光度-咀嚼后滤液吸光度)/标准混悬液吸光度 $\times 100\%$;吸光度数值越高,提示咀嚼效率越高。

1.4.3评估两组美学修复效果 术后6个月采用改良美国公共卫生署(USPHS)标准^[4]评估,包含边缘密合性、颜色匹配度、修复体完整性、修复体崩裂风险、修复体脱落、继发龋风险、牙龈健康7个维度,各维度分值1~3分,评分越低提示美学

修复效果越优异。

1.4.4记录两组并发症发生率 随访6个月,记录两组术后短期牙敏感、修复体松动/脱落、边缘裂隙/微渗漏、继发龋、牙龈炎症等并发症的发生情况。

1.5 统计学方法 采用SPSS 29.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $n(\%)$ 表示,行 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 t 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组牙周健康状态比较 两组术后6个月GI、SBI、PLI、MD均低于术前,且观察组低于对照组($P < 0.05$),见表1。

2.2 两组咀嚼功能比较 观察组术后6个月咬合力、咀嚼效率均高于对照组($P < 0.05$),见表2。

2.3 两组美学修复效果比较 观察组边缘密合性、颜色匹配度、修复体完整性、修复体崩裂风险、修复体脱落、继发龋风险、牙龈健康评分均低于对照组($P < 0.05$),见表3。

2.4 两组并发症发生率比较 观察组并发症发生率低于对照组($P < 0.05$),见表4。

表1 两组牙周健康状态比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	GI(分)		SBI(分)		PLI(分)		MD(度)	
		术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月
观察组	65	1.16 $\pm$ 0.23	0.35 $\pm$ 0.08*	1.11 $\pm$ 0.20	0.41 $\pm$ 0.10*	1.31 $\pm$ 0.26	0.92 $\pm$ 0.11*	1.02 $\pm$ 0.14	0.26 $\pm$ 0.07*
对照组	65	1.14 $\pm$ 0.21	0.49 $\pm$ 0.12*	1.09 $\pm$ 0.18	0.60 $\pm$ 0.15*	1.29 $\pm$ 0.24	1.13 $\pm$ 0.20*	1.01 $\pm$ 0.13	0.42 $\pm$ 0.11*
t		0.518	7.826	0.599	8.497	0.456	7.417	0.422	9.894
P		> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

注:与同组术前比较,* $P < 0.05$ 。

表2 两组咀嚼功能比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	咬合力(lbs)		咀嚼效率(%)	
		术前	术后6个月	术前	术后6个月
观察组	65	90.76 $\pm$ 9.83	141.25 $\pm$ 15.63*	70.42 $\pm$ 6.15	90.05 $\pm$ 5.48*
对照组	65	91.14 $\pm$ 10.26	132.68 $\pm$ 14.71*	70.93 $\pm$ 6.38	86.31 $\pm$ 6.95*
t		0.216	3.219	0.464	3.398
P		> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

注:与同组术前比较,* $P < 0.05$ 。



表 3 两组美学修复效果比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	边缘密合性	颜色匹配度	修复体完整性	修复体崩裂风险	修复体脱落	继发龋风险	牙龈健康
观察组	65	1.08 ± 0.19	1.15 ± 0.22	1.06 ± 0.17	1.03 ± 0.15	1.02 ± 0.14	1.04 ± 0.16	1.10 ± 0.20
对照组	65	1.41 ± 0.26	1.48 ± 0.30	1.35 ± 0.24	1.32 ± 0.21	1.29 ± 0.22	1.33 ± 0.25	1.44 ± 0.27
t		8.262	7.152	7.950	9.060	8.348	7.877	8.158
P		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

表 4 两组并发症发生率比较 [n (%)]

组别	n	短期牙敏感	修复体松动 / 脱落	边缘裂隙 / 微渗漏	继发龋	牙龈炎症	发生率
观察组	65	2 (3.08)	1 (1.54)	1 (1.54)	0	1 (1.54)	5 (7.69) *
对照组	65	5 (7.69)	4 (6.15)	2 (3.08)	3 (4.62)	2 (3.08)	16 (24.62)

注: * 与对照组比较, $\chi^2=6.872$, $P=0.009$ 。

3 讨论

上颌前牙美学修复是口腔美容医学核心诊疗项目, 患者对美观、舒适度、长期稳定性均存在较高要求^[5]。传统普通光固化复合树脂虽操作简便、成本低廉, 但填料为微米级颗粒, 材料聚合收缩大、边缘密合度不足, 长期使用易形成微小缝隙, 唾液、菌斑、细菌侵入缝隙刺激牙髓与牙龈, 诱发牙本质敏感、牙龈炎症、继发龋, 同时材料抛光性能较差, 易出现表面着色, 透光性与天然牙存在明显差距, 难以实现高度仿生美学修复^[6, 7]。纳米复合树脂凭借纳米级硅蜡填料的独特理化性能, 结合分层仿生堆塑技术, 从牙周环境、咀嚼功能、美学表现、远期并发症多个维度实现全面优化^[8]。

3.1 纳米复合树脂对牙周微环境的改善作用 本研究结果显示, 观察组术后6个月GI、SBI、PLI、MD均低于对照组 ($P<0.05$), 提示纳米复合树脂对上颌前牙区牙周微环境改善效果更佳。其核心机制分为材料特性与修复操作两方面: 从材料层面来看, 纳米填料粒径极小, 固化后修复体表面致密光滑, 抛光后粗糙度极低, 大幅减少菌斑、软垢附着位点, 降低菌斑堆积概率^[9]; 普通光固化树脂微米填料易造成表面微小凹凸, 利于微生物定植, 持续刺激牙龈引发充血、探诊出血。从边缘密封性来看, 纳米复合树脂聚合收缩率更低, 树脂与牙体粘接界面缝隙宽度 $<10\ \mu\text{m}$, 微渗漏风险大幅下降, 避免龈沟液、细菌沿边缘侵入刺激牙周^[10]; 传统光固化树脂收缩应力大, 粘接边缘易形成台阶、悬突, 长期机械刺激

牙龈, 加重牙龈炎症与牙槽骨轻度吸收, 提升牙齿松动风险^[11]。同时纳米材料生物相容性更佳, 无机填料细胞毒性极低, 不会释放刺激性单体持续刺激龈缘软组织, 长期维护牙周稳定。

3.2 纳米复合树脂对咀嚼功能的提升机制 咀嚼功能恢复是前牙修复核心功能性目标, 本研究中, 观察组术后6个月咬合力、咀嚼效率均高于对照组 ($P<0.05$)。纳米复合树脂内部硅蜡纳米颗粒均匀分散, 抗压强度、弯曲模量更高, 材料硬度与天然牙釉质匹配度更高, 咬合受力时不易出现形变、崩裂, 可稳定承担前牙咬切应力, 长期维持完整咬合接触, 保障咬合力正常发挥^[12]。而传统光固化树脂填料颗粒粗大, 内部存在微小界面缺陷, 长期咬合疲劳易出现微小裂纹, 破坏咬合接触, 降低咀嚼效能^[13]。

3.3 纳米复合树脂的美学修复优势 本研究中, 观察组边缘密合性、颜色匹配度、修复体完整性、修复体崩裂风险、修复体脱落、继发龋风险、牙龈健康评分均低于对照组 ($P<0.05$), 提示纳米复合树脂材料可提升前牙美学修复效果。分析原因: ①纳米复合树脂材料光学性能适配天然牙, 纳米填料尺寸小于可见光波长, 光散射少, 透光性、乳光效果与天然牙高度契合, 分层使用牙本质色、釉质色、切端透明树脂, 可分层复刻牙齿底色、表层质感与切端通透感, 色差极小; 而普通光固化树脂微米颗粒散射光线, 修复体偏白、死板, 缺乏天然牙层次感^[14]; ②纳米复合树脂材料的边缘密合性优异, 无明显台阶, 视觉上修复体与天然牙融为一体, 不易出现边缘着色; ③纳

米复合树脂材料的抛光性能突出,长期使用表面光泽维持度更高,不易出现黄变、色素沉积,个性化雕刻牙面纹理进一步提升仿生效果^[15]。对于上颌前牙这类高暴露微笑区牙齿,纳米复合树脂修复可满足患者的个性化美学需求,有利于提升修复满意度,构建和谐医患关系。

3.4 纳米复合树脂降低远期并发症的临床价值 随访6个月显示,观察组并发症发生率(7.69%)低于对照组(24.62%)($P<0.05$)。传统光固化树脂边缘缝隙长期存留菌斑,是继发龋、反复龈炎的主要诱因,长期复诊率更高,增加了患者的就医成本与不适感。相较于传统树脂,纳米复合树脂优势体现在:①减轻术后牙本质敏感:纳米复合树脂可获得更为严密的粘接界面,减少微渗漏,降低外界刺激通过牙本质小管传导至牙髓,缓解术后敏感症状;②提升修复体稳定性:材料聚合收缩率更低、粘接强度更高,减少修复体崩裂、脱落风险;③降低继发龋与牙龈炎发生风险:材料表面光洁度良好,加之边缘密封性更佳,可有效阻断细菌侵入途径,减少龋病及牙龈炎症发生^[16, 17]。

综上所述,在上颌前牙区美学修复中应用纳米复合树脂可有效改善患者的牙周健康状态,优化咀嚼功能,提升美学修复效果,有利于降低并发症发生几率,临床应用价值确切。本研究随访时长仅6个月,纳米复合树脂5、10年长期修复耐久性仍有待开展大样本、长期随访研究进一步验证。

【参考文献】

- [1]洪欣玉,张文轩,戚思瑶,等.基于锥形束CT数据评估无托槽隐形矫治成年患者拔牙内收后上颌前牙区牙槽骨变化的追踪研究[J].华西口腔医学杂志,2026,44(1):54-64.
- [2]李美琴,苏晓平,邓丽,等.纤维桩,纳米复合树脂结合氧化锆烤瓷冠对根管治疗后牙楔状缺损患者美学效果及牙周组织的影响[J].现代生物医学进展,2022,22(6):1126-1131.
- [3]王欣,喻凤娟,杜锦,等.声波树脂与纳米复合树脂对II类洞牙体缺损患者的修复效果观察[J].贵州医药,2024,48(6):928-930.
- [4]田慧萍,施昭,金莉,等.复合树脂多层修复技术与复合树脂直接粘接修复技术在前牙间隙美学修复中的效果对比[J].中国美容医学,2024,33(4):147-151.
- [5]陈伟洋,吴菲阳,韦曦.前牙树脂充填修复长期预后及影响因素分析[J].华西口腔医学杂志,2025,43(6):797-807.
- [6]闫媛媛,闫凯凯,施娟.树脂分层前牙美学修复在前牙外伤致缺损中的应用[J].贵州医药,2023,47(6):925-926.
- [7]姜子茜,吴刘中,费春艳.CAD/CAM树脂暂时冠修复乳前牙大面积缺损的临床效果[J].中国医科大学学报,2021,50(12):1138-1141.
- [8]Estay J, Pardo-Díaz C, Reinoso E, et al. Comparison of a resin-based sealant with a nano-filled flowable resin composite on sealing performance of marginal defects in resin composites restorations: a 36-months clinical evaluation[J]. Clin Oral Investig, 2022, 26(10): 6087-6095.
- [9]李明涛,杨洁洁,余琳.纳米复合树脂材料用于后牙美容修复对患者牙周指标及咀嚼功能的影响[J].山西医药杂志,2025,54(22):1729-1732.
- [10]李灵芝,羊小娟,李照芬.两种不同纳米复合树脂材料用于前牙美学修复的疗效对比研究[J].中国美容医学,2024,33(8):139-142.
- [11]Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, et al. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials[J]. J Esthet Restor Dent, 2021, 33(6): 899-905.
- [12]Kassardjian V, Andiappan M, Creugers NHJ, et al. A systematic review of interventions after restoring the occluding surfaces of anterior and posterior teeth that are affected by tooth wear with filled resin composites[J]. J Dent, 2020, 99: 103388.
- [13]李海明,唐佳蒙,赵星,等.基于3D打印的光固化复合树脂修复牙体缺损的效果分析[J].口腔材料器械杂志,2025,34(1):17-21.
- [14]宁海燕,梁扬师,梁斌,等.树脂填充对II类洞牙体缺损修复效果及龈沟液相关因子水平的影响[J].临床口腔医学杂志,2021,37(6):368-372.
- [15]Filemban H, Bhadila G, Wang X, et al. Novel low-shrinkage-stress bioactive nanocomposite with anti-biofilm and remineralization capabilities to inhibit caries[J]. J Dent Sci, 2022, 17(2): 811-821.
- [16]郑荟菡,肖见举,朱彩云.纳米复合树脂与光固化复合树脂在青少年前牙美容修复中的应用比较[J].中国医疗美容,2026,16(1):120-124.
- [17]Oh HK, Shin DH. Effect of adhesive application method on repair bond strength of composite[J]. Restor Dent Endod, 2021, 46(3): e32.

收稿日期: 2026-7-10 编辑: 扶田