

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.15.004

无托槽矫治技术对口腔正畸患者牙周指标及口腔功能的影响

周 渊

(江苏省苏北人民医院口腔科, 江苏 扬州 225009)

[摘要]目的 分析在口腔正畸患者中实施无托槽矫治技术对其牙周指标及口腔功能的影响。方法 选取2023年1月-2024年12月于江苏省苏北人民医院口腔科接受口腔正畸治疗的88例患者作为研究对象,按随机数字表法分为参照组与试验组,各44例。参照组采用传统固定矫治技术,试验组采用无托槽矫治技术,比较两组矫治效果、牙周指标、口腔功能、满意度及不良事件发生情况。结果 试验组矫治总有效率为93.18%,高于参照组的77.27% ($P<0.05$);试验组治疗后PLI、SBI、SPD、GI均低于参照组 ($P<0.05$);试验组治疗后咬合速率、咬合力及咀嚼效率均高于参照组 ($P<0.05$);试验组对舒适度、语言功能、固位功能及美观度的满意度评分均高于参照组 ($P<0.05$);试验组不良事件发生率(6.82%)低于参照组(20.45%) ($P<0.05$)。结论 无托槽矫治技术在口腔正畸治疗中的应用效果确切,能有效改善患者的牙周指标,进一步优化口腔功能,有利于提升美观满意度,降低不良事件发生风险,值得临床应用。

[关键词] 无托槽矫治技术; 口腔正畸; 牙周指标; 美观满意度; 口腔功能

[中图分类号] R783.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 15-0013-05

Effect of Bracketless Orthodontic Technology on Periodontal Indicators and Oral Function in Patients Undergoing Orthodontics

ZHOU Yuan

(Department of Stomatology, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

[Abstract]**Objective** To analyze the effect of bracketless orthodontic technology on periodontal indicators and oral function in patients undergoing orthodontics. **Methods** A total of 88 patients who underwent orthodontic treatment at the Department of Stomatology, Northern Jiangsu People's Hospital from January 2023 to December 2024 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the reference group and the experimental group, with 44 patients in each group. The reference group was treated with conventional fixed orthodontic technology, and the experimental group was treated with bracketless orthodontic technology. The orthodontic effect, periodontal indicators, oral function, satisfaction and adverse events were compared between the two groups. **Results** The overall treatment success rate in the experimental group was 93.18%, which was higher than the 77.27% in the reference group ($P<0.05$). After treatment, the PLI, SBI, SPD and GI in the experimental group were all lower than those in the reference group ($P<0.05$). After treatment, the occlusal rate, occlusal force and masticatory efficiency in the experimental group were all higher than those in the reference group ($P<0.05$). The satisfaction scores for comfort, speech function, retention and aesthetics in the experimental group were all higher than those in the reference group ($P<0.05$). The incidence of adverse events in the experimental group (6.82%) was lower than that in the reference group (20.45%) ($P<0.05$). **Conclusion** The application of bracketless orthodontic technology in orthodontic treatment is effective. It can effectively improve patients' periodontal indicators, further optimize oral function, enhance aesthetic satisfaction, and reduce the risk of adverse events, making it worthy of clinical application.

[Key words] Bracketless orthodontic technology; Orthodontics; Periodontal indicators; Aesthetic satisfaction; Oral function

口腔正畸 (orthodontics) 是解决错殆畸形、恢复口颌系统功能与改善面部美观的核心手段。近年来, 随着社会经济发展与审美意识提升, 成年及青少年患者对正畸治疗过程的美观性、舒适度及隐私性提出了更高要求。传统固定矫治器虽疗效确切, 但存在美观性差、口腔卫生维护困难、易引发牙龈炎及釉质脱矿等局限^[1]。无托槽矫治技术作为数字化医疗的典型代表, 借助计算机辅助设计与制造, 生产出一系列可自由摘戴的透明高分子矫治器, 通过逐步移动牙齿达到矫治目标。该技术兼具美观、舒适、可摘、便于清洁等优势, 自问世以来, 已在全球范围内获得广泛关注与应用^[2, 3]。然而, 无托槽矫治技术的临床疗效评估, 尤其针对我国人群的大样本对照研究仍有限。现有文献多集中于单项指标比较^[4, 5], 缺乏系统综合评价^[6], 且各研究适应证、方案及判定标准不一, 推广存在争议^[7, 8]。本研究通过随机对照试验, 旨在进一步分析无托槽矫治技术对口腔正畸患者牙周指标及口腔功能的影响, 以期为临床口腔正畸决策提供循证依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月-2024年12月于江苏省苏北人民医院口腔科接受口腔正畸治疗的88例患者作为研究对象, 按随机数字表法分为参照组与试验组, 各44例。参照组男20例、女24例; 年龄13~39岁, 平均年龄 (24.18 ± 6.52) 岁。试验组男18例, 女26例; 年龄14~41岁, 平均年龄 (25.03 ± 7.11) 岁。两组性别、年龄比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 研究可比。患者及家属对研究内容知情, 并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: ①经临床及影像学检查确诊为牙列拥挤、牙列间隙或轻度错殆畸形, 需行口腔正畸治疗者; ②年龄 ≥ 12 岁, 恒牙列期; ③既往无正畸治疗史; ④牙周组织健康, 或经基础治疗后处于稳定期。排除标准: ①伴有严重全身系统性疾病, 无法耐受正畸治疗者; ②患有严重牙周病或颞下颌关节紊乱病者; ③对矫治器材料过敏者; ④妊娠期或哺乳期女性; ⑤精神异常或认知障碍, 无法配合治疗与随访者。

1.3 方法

1.3.1 参照组 采用传统固定矫治技术: 矫治前进行常规口腔卫生宣教, 使用3M直丝弓金属托槽 (3M

Unitek Corporation, 国械注进20152170713, 规格型号: 119-142) 及配套颊面管, 依据患者牙列情况排齐牙弓。托槽粘接前, 对牙面进行彻底清洁、酸蚀处理并干燥隔湿, 涂布底涂剂后以光固化树脂粘接剂 (3M Unitek Corporation, 国械注进20162174873, 规格型号: 712-036) 逐一粘固托槽, 确保托槽定位准确。弓丝结扎时, 根据牙齿移动需求选择不锈钢结扎丝或弹性结扎圈。按标准方丝弓矫治流程进行序列治疗, 依次使用镍钛圆丝、方丝及不锈钢方丝完成牙齿排齐、整平、关闭间隙及咬合精调。每次复诊加力时, 依据牙移动响应情况调整弓丝序列或弯制特定曲度, 对转矩及轴倾角进行精细控制; 关闭间隙阶段采用滑动法配合链状橡皮圈施力, 牵引力值控制在150~200 g。矫治期间若出现托槽脱落, 及时联系复诊重新粘接。治疗期间嘱患者避免食用硬质及黏性食物, 使用正畸专用牙刷维护口腔卫生, 每4~6周复诊加力1次。

1.3.2 试验组 采用无托槽矫治技术: 治疗前采集患者口内硅橡胶印模或口内扫描数字模型, 获取完整牙颌三维数据。口内扫描时, 确保扫描范围完整覆盖上下颌牙列、牙龈及咬合关系, 扫描数据直接生成STL格式数字模型。将模型数据导入计算机辅助设计软件, 模拟矫治方案, 确立目标牙位及移动路径。软件中逐齿设定移动步骤, 每步预设移动量0.2~0.3 mm, 并设计相应附件及邻面去釉方案以提升矫治效率。方案经临床医师审核确认后, 发送至加工中心。利用热压膜技术制作一系列透明高分子矫治器 (厚度0.5~0.75 mm), 每副矫治器预设牙齿移动量0.2~0.3 mm。矫治器送达后, 临床试戴并检查贴合度与就位情况, 于牙面上粘接预设附件作为固位辅助。嘱患者每日佩戴矫治器不少于22 h, 每2周更换1副矫治器, 每副矫治器佩戴周期为2周。更换新矫治器时, 嘱患者使用咬胶棒进行就位咬合, 每副矫治器初期咬胶棒使用时间累计不少于15 min。复诊间隔为6~8周, 复诊时评估佩戴依从性及矫治进度, 检查矫治器贴合度与附件完好情况, 必要时调整矫治方案或进行邻面去釉、重启设计。

两组患者均治疗至主动矫治阶段结束, 进入保持期, 总观察周期为12~18个月。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组矫治效果 治疗结束后, 由两名具有

5年以上正畸临床经验的医师,依据牙列排列、咬合关系、面型改善及X线头影测量结果进行综合评定。显效:牙列排列整齐,咬合关系恢复正常,面型明显改善,X线片示关键测量值处于正常范围;有效:牙列排列基本整齐,咬合关系改善,面型有所改善,X线片示测量值较前明显改善;好转:牙列拥挤或间隙有所改善,咬合关系部分改善;无效:牙列及咬合关系无改善或加重。总有效率=(显效+有效+好转)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.2检测两组牙周指标 分别于治疗前后,由同一名经过培训的牙周科医师采用Williams探针,检测以下4项指标:菌斑指数(PLI)、龈沟出血指数(SBI)、牙周袋深度(SPD)及牙龈指数(GI)。每颗牙检测6个位点(近中颊、颊面、远中颊、近中舌、舌面、远中舌),取平均值。SPD测量时探针平行于牙长轴轻探至袋底,读取龈缘至袋底深度(mm)。PLI(0~3分)、SBI(0~5分)、GI(0~3分)均按相应国际标准计分,评分越高分别代表菌斑堆积越重、出血倾向越明显、牙龈炎症越严重。

1.4.3评估两组口腔功能 分别于治疗前后,采用T-Scan III咬合分析系统(Tekscan,美国)测定咬合速率及咬合力;采用吸光度法测定咀嚼效率,以2 g花生米经标准咀嚼次数后,分光光度计测定咀嚼后悬浊液吸光度值表示;咀嚼效率($\%$)=(试物总量-未过筛残渣量)/试物总量 $\times 100\%$ 。

1.4.4调查两组满意度 于治疗结束后,采用自制满意度调查量表评估患者对矫治过程的舒适度、语言功能、固位功能及美观度的满意度。每项计0~10分,得分越高表示满意度越高。量表Cronbach's α 系数为0.876,信效度良好。

1.4.5记录两组不良事件发生情况 记录治疗及随访期间出现牙龈萎缩、牙龈肿痛、局部拥挤及矫治器脱落等不良事件的发生率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0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 两组矫治效果比较 试验组矫治总有效率高于参照组($P < 0.05$),见表1。

2.2 两组牙周指标比较 两组治疗后PLI、SBI、SPD、GI均低于治疗前,且试验组低于参照组($P < 0.05$),见表2。

2.3 两组口腔功能比较 两组治疗后咬合速率、咬合力、咀嚼效率均高于治疗前,且试验组高于参照组($P < 0.05$),见表3。

2.4 两组满意度比较 试验组对舒适度、语言功能、固位功能及美观度的满意度评分均高于参照组($P < 0.05$),见表4。

2.5 两组不良事件发生情况比较 试验组不良事件发生率低于参照组($P < 0.05$),见表5。

表1 两组矫治效果比较 $[n(\%)]$

组别	<i>n</i>	显效	有效	好转	无效	总有效率
参照组	44	15 (34.09)	10 (22.73)	9 (20.45)	10 (22.73)	34 (77.27)
试验组	44	22 (50.00)	12 (27.27)	7 (15.91)	3 (6.82)	41 (93.18)*

注: *与参照组比较, $\chi^2=4.469$, $P=0.034$

表2 两组牙周指标比较 $(\bar{x} \pm s)$

组别	<i>n</i>	PLI (分)		SBI (分)		SPD (mm)		GI (分)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
参照组	44	2.12 $\pm$ 0.45	1.56 $\pm$ 0.38*	2.56 $\pm$ 0.62	1.78 $\pm$ 0.51*	3.45 $\pm$ 0.58	2.98 $\pm$ 0.47*	2.23 $\pm$ 0.51	1.62 $\pm$ 0.43*
试验组	44	2.08 $\pm$ 0.42	0.92 $\pm$ 0.31*	2.61 $\pm$ 0.59	1.05 $\pm$ 0.43*	3.38 $\pm$ 0.61	2.31 $\pm$ 0.42*	2.19 $\pm$ 0.48	0.98 $\pm$ 0.35*
<i>t</i>		0.430	8.826	0.386	7.210	0.548	7.061	0.380	7.681
<i>P</i>		0.668	0.000	0.701	0.000	0.585	0.000	0.705	0.000

注: *与同组治疗前比较, * $P < 0.05$ 。



表 3 两组口腔功能比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	咬合速率 (次/min)		咬合力 (lbs)		咀嚼效率 (%)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
参照组	44	98.54 ± 12.36	123.67 ± 11.25*	112.45 ± 18.76	143.28 ± 16.54*	42.15 ± 6.88	58.92 ± 7.41*
试验组	44	97.86 ± 11.94	138.52 ± 12.48*	114.03 ± 19.22	168.75 ± 17.63*	41.68 ± 7.02	71.34 ± 8.25*
t		0.262	5.861	0.390	6.991	0.317	7.431
P		0.794	0.000	0.698	0.000	0.752	0.000

注: 与同组治疗前比较, * $P < 0.05$ 。

表 4 两组满意度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	舒适度	语言功能	固位功能	美观度
参照组	44	6.82 ± 1.24	7.15 ± 1.38	8.03 ± 1.27	6.54 ± 1.62
试验组	44	8.95 ± 1.06	9.02 ± 0.97	9.24 ± 0.35	9.31 ± 0.34
t		8.668	7.381	5.128	10.742
P		0.000	0.000	0.000	0.000

表 5 两组不良事件发生情况比较 [n (%)]

组别	n	牙龈萎缩	牙龈肿痛	局部拥挤	矫治器脱落	发生率
参照组	44	4 (9.09)	2 (4.55)	2 (4.55)	1 (2.27)	9 (20.45)
试验组	44	0	2 (4.55)	1 (2.27)	0	3 (6.82)*

注: *与参照组比较, $\chi^2=4.423$, $P=0.035$ 。

3 讨论

无托槽矫治技术是数字化理念与口腔正畸学深度融合的产物,其核心优势在于以三维诊断、精准设计及个性化制造替代了传统“经验性”弯制与粘接流程^[9]。该技术通过计算机模拟牙齿移动路径,可预测治疗各阶段牙颌变化,并以此为基础制作系列矫治器,实现了对牙齿位置与咬合关系的精细化调控^[10]。相较于传统固定矫治器,无托槽矫治器取消了托槽、带环及结扎丝等部件,避免了金属刺激与食物嵌塞,从物理结构上降低了口腔黏膜损伤及菌斑附着的风险^[11]。同时,矫治器的可摘戴特性为口腔卫生维护提供了极大便利,这构成了其在改善牙周环境与提升患者体验方面的底层逻辑。

本研究结果显示,试验组不良事件发生率(6.82%)低于参照组(20.45%)($P < 0.05$),尤其在牙龈萎缩与矫治器脱落事件上表现突出。究其原因可能与固定矫治器托槽周围易堆积食物残渣、刺激牙龈组织有关,长期慢性炎症可导致

牙龈红肿、出血甚至不可逆的萎缩^[12];而无托槽矫治器与牙面贴合紧密,表面光滑,易于清洁,有效减少了菌斑滞留与机械性刺激。在口腔功能恢复上,试验组治疗后咬合速率、咬合力及咀嚼效率均高于参照组($P < 0.05$),这反映出无托槽矫治技术通过精准的数字化咬合设计,在建立稳定、均衡的尖窝锁结关系方面更具优势,有助于口颌系统功能的高效重建^[13]。试验组在矫治初期普遍反映的异物感与唾液分泌增多等不适,随着佩戴时间延长而逐渐消退。绝大多数患者在完成3~5副矫治器更换后,已能完全适应矫治器的存在^[14]。这一点与参照组长期受托槽及弓丝摩擦刺激的情况形成了鲜明对比。参照组有相当比例的患者在每次复诊加力后均出现不同程度的口腔溃疡,而试验组仅在佩戴新矫治器的前2~3 d有轻微酸胀感,后续佩戴过程基本无痛。这种体验上的差异在本研究的满意度评分中已得到量化验证。此外,从临床操作层面观察,无托槽矫治技术的复诊操作时间短于传统固定矫治,这一特点

不仅提高了临床工作效率,也减轻了患者长时间张口接受操作的疲惫感。在牙周健康维护层面,试验组治疗后PLI、SBI、SPD、GI均低于参照组($P<0.05$),与周蓉等^[15]研究结论一致,进一步证实了无托槽矫治器在减少牙周组织炎症反应方面的积极作用。试验组在治疗过程中口腔清洁操作的便利性远高于参照组,患者可以正常使用牙线及冲牙器进行齿间清洁,而参照组患者因托槽与弓丝的阻挡,齿间清洁难度明显增加,客观上影响了牙周组织的健康恢复。试验组对舒适度、语言功能、固位功能及美观度的满意度评分均高于参照组($P<0.05$)。究其原因:透明矫治器几乎不可见的外观、光滑的质地及可随时摘戴的便捷性,使其在日常社交、进食与口腔清洁中具备天然优势,极大地满足了现代患者尤其是成年群体对治疗过程隐私与舒适度的核心诉求^[16]。综合以上各维度的正向结果,试验组矫治总有效率为93.18%,高于参照组的77.27%($P<0.05$),表明无托槽矫治技术不仅在过程体验上优于传统方案,在最终矫治目标的达成上也具备可靠保障。然而,本研究样本量相对有限、观察周期未覆盖保持期、远期稳定性未评估。后续研究可进一步扩大样本,延长随访时间,并结合头颅侧位片测量数据,对无托槽矫治技术在不同错殆畸形类型中的具体适应证及远期疗效进行更为深入的探索。

综上所述,无托槽矫治技术在口腔正畸治疗中的应用效果确切,能有效改善患者的牙周指标,进一步优化口腔功能,有利于提升美观满意度,降低不良事件发生风险,值得临床应用。

[参考文献]

- [1]甘明静,吴爱真,陈昕.比较无托槽隐形矫治器和固定矫治器对口腔正畸治疗患者龈沟液炎症指标氧化应激指标的影响[J].基层医学论坛,2024,28(32):11-14.
- [2]李媛媛,王明朗,李琴.自锁托槽和无托槽隐形矫治器对正畸患者牙周组织状态的影响[J].深圳中西医结合杂志,2023,33(23):106-109.
- [3]唐明远,李娜,李道堃,等.成人口腔正畸患者无托槽隐形矫治过程中牙根移动情况观察[J].山东医药,2024,64(17):71-74.
- [4]张清华,张玲.无托槽隐形矫正技术在成人口腔正畸中推磨牙向后的应用研究[J].中国药物与临床,2021,21(17):2934-2936.
- [5]咎昊,俞星,万佳丽,等.两种矫治器在口腔正畸治疗中对患者牙周健康影响的比较[J].江西医药,2021,56(1):97-98,109.
- [6]罗婷.无托槽隐形矫治器与固定矫治器对正畸治疗患者牙周健康的影响[J].辽宁医学杂志,2025,39(2):74-77.
- [7]史洋,陈红莉.无托槽隐形矫治与固定矫治技术在口腔正畸中的临床效果及牙周和口腔功能指标的比较[J].医药论坛杂志,2023,44(19):79-82.
- [8]黄彩帆.无托槽隐形矫治器与固定矫治器的临床进展及疗效评价[J].现代临床医学,2024,50(2):157-160.
- [9]刘刚,党艳清,蔡留意.颊侧固定矫治器与无托槽隐形矫治器用于口腔正畸的效果比较[J].临床医学,2023,43(7):53-55.
- [10]范向宁,杨丽靖,刘柯,等.无托槽隐形矫治在口腔正畸治疗中的应用效果[J].河南医学研究,2023,32(6):1078-1081.
- [11]李婷楠,宋景东,陈国红.无托槽隐形矫治器在口腔正畸治疗中的临床应用价值分析[J].现代医学与健康研究电子杂志,2025,9(18):142-144.
- [12]曾韶华.无托槽隐形矫治技术在口腔正畸中的临床价值[J].吉林医学,2022,43(3):777-779.
- [13]叶庆,张丽红,刘海霞.无托槽隐形矫治与固定矫治技术在口腔正畸治疗中的临床效果及牙周和口腔功能指标的比较[J].临床和实验医学杂志,2022,21(2):206-211.
- [14]陈朝兴,叶凡,郑焱杏.无托槽隐形矫治对正畸拔牙患者牙根吸收、可溶性细胞间黏附分子-1的影响[J].广州医药,2025,56(8):1122-1127.
- [15]周蓉,李晶莹,孙飞虎.无托槽隐形矫治器对口腔正畸患者牙周指数及牙齿美观度的影响[J].中国医疗美容,2024,14(9):69-71.
- [16]张丽,邓海花,赵子义.无托槽隐形矫治器对口腔正畸患者龈沟液中炎症因子水平及牙周状况的影响[J].医学创新,2023,20(32):6-10.

收稿日期: 2026-7-25 编辑: 扶田