

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.15.003

数字化无托槽隐形矫治器对早期错殆畸形患儿牙周健康指标及矫治效率的影响

林茜茜

(西宁市第一人民医院口腔正畸科, 青海 西宁 810000)

[摘要]目的 探讨数字化无托槽隐形矫治器对早期错殆畸形患儿牙周健康指标及矫治效率的影响。**方法** 选取2024年1月-2025年1月于西宁市第一人民医院口腔正畸科就诊的90例早期错殆畸形患儿作为研究对象,依据随机数字表法将其分为对照组和观察组,各45例。对照组予以活动矫治器治疗,观察组予以数字化无托槽隐形矫治器治疗,比较两组临床疗效、牙周健康指标、矫治效率及并发症发生率。**结果** 观察组总有效率(95.56%)高于对照组(82.22%) ($P<0.05$);观察组治疗后1个月PLI、GI、SBI评分均低于对照组 ($P<0.05$);观察组排齐/扩弓达标时间短于对照组,复诊紧急处理次数、总复诊次数少于对照组,首次方案成功率高于对照组 ($P<0.05$);观察组并发症发生率(8.89%)低于对照组(24.44%) ($P<0.05$)。**结论** 数字化无托槽隐形矫治器在儿童早期错殆畸形治疗中的效果良好,能够维持良好的牙周健康状态,且矫治效率理想、并发症发生率低。

[关键词] 数字化无托槽隐形矫治器;儿童;早期错殆畸形;牙周健康

[中图分类号] R783.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)15-0009-04

Effect of Digital Bracketless Invisible Orthodontic Appliance on Periodontal Health Indicators and Orthodontic Efficiency in Children with Early Malocclusion

LIN Qianqian

(Department of Orthodontics, the First People's Hospital of Xining, Xining 810000, Qinghai, China)

[Abstract]Objective To explore the effect of digital bracketless invisible orthodontic appliance on periodontal health indicators and orthodontic efficiency in children with early malocclusion. **Methods** A total of 90 children with early malocclusion who were treated in the Department of Orthodontics, the First People's Hospital of Xining from January 2024 to January 2025 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the observation group, with 45 children in each group. The control group was treated with removable appliance, and the observation group received digital bracketless invisible appliance. The clinical efficacy, periodontal health indicators, orthodontic efficiency and complication rate were compared between the two groups. **Results** The total effective rate of the observation group (95.56%) was higher than that of the control group (82.22%) ($P<0.05$). At 1 month after treatment, the scores of PLI, GI and SBI in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The alignment/expansion time of the observation group was shorter than that of the control group, the number of emergency visits and the total number of follow-up visits were less than those of the control group, and the success rate of the initial treatment plan was higher than that of the control group ($P<0.05$). The incidence of complications in the observation group (8.89%) was lower than that in the control group (24.44%) ($P<0.05$). **Conclusion** Digital bracketless invisible orthodontic appliance achieve favorable effects for children with early malocclusion. It can maintain satisfactory periodontal status, and provide desirable orthodontic efficiency, with a low incidence of complications.

[Keywords] Digital bracketless invisible orthodontic appliance; Children; Early malocclusion; Periodontal health

错𪚩畸形 (malocclusion) 在儿童生长发育期较为常见。国内流行病学调查显示^[1, 2], 其患病率为40%~70%。该问题不仅影响咀嚼功能与发音, 还可能对颜面发育及心理健康产生不良影响。早期正畸的理念在于利用儿童尚存的生长潜力, 在畸形初现时即进行预防性和阻断性干预, 引导颌骨及牙弓向正常方向发育, 从而降低恒牙列期正畸治疗的难度与创伤^[3]。传统活动矫治器、功能矫治器及局部固定矫治器技术虽已较为成熟, 但美观性差、口内异物感强、清洁困难等问题长期存在, 部分儿童依从性较低, 易导致疗程延长或疗效打折^[4]。数字化无托槽隐形矫治器凭借其美观、舒适、可自行摘戴等优势, 逐步从成人正畸领域拓展至儿童早期矫治应用^[5-7]。基于此, 本研究旨在探究数字化无托槽隐形矫治器对早期错𪚩畸形患儿牙周健康指标及矫治效率的影响, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2024年1月-2025年1月于西宁市第一人民医院口腔正畸科就诊的90例早期错𪚩畸形患儿作为研究对象, 依据随机数字表法将其分为对照组和观察组, 各45例。对照组男23例, 女22例; 年龄6~12岁, 平均年龄 (8.71 ± 1.59) 岁; 错𪚩畸形类型: 前牙反𪚩13例, 牙列拥挤伴牙弓狭窄14例, 深覆𪚩伴下颌后缩10例, 开𪚩4例, 其他4例。观察组男24例, 女21例; 年龄6~12岁, 平均年龄 (8.53 ± 1.63) 岁; 错𪚩畸形类型: 前牙反𪚩12例, 牙列拥挤伴牙弓狭窄15例, 深覆𪚩伴下颌后缩11例, 开𪚩3例, 其他4例。两组性别、年龄、错𪚩畸形类型比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 研究可比。所有患儿及家属均知情同意, 家属均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄6~12岁, 混合牙列期或早期恒牙列期; 经临床及X线检查确诊为安氏 I、II 或 III 类错𪚩畸形, 具有明确早期矫治适应证; 乳磨牙、恒切牙及第一恒磨牙基本萌出, 牙冠形态正常, 无根尖周病变; 既往无正畸治疗史。排除标准: 严重骨性错𪚩需正颌外科介入者; 合并全身系统性疾病、先天遗传性疾病或颅面综合征; 无法戒除的口腔不良习惯 (吐舌、吮指等); 严重龋齿、牙周病或牙体缺损影响矫治器固位; 对矫治器材料过敏; 无法按时复诊者。

1.3 方法 两组患儿治疗前均完成常规口腔检查、头影测量分析及模型制取。

1.3.1 对照组 予以活动矫治器治疗: 治疗前, 根据患儿错𪚩畸形类型、牙弓形态及头影测量结果, 由医师设计个性化矫治方案并制取印模, 送义齿加工厂定制活动矫治器。针对不同畸形类型选择相应矫治器: 前牙反𪚩及牙弓狭窄者采用上颌螺旋扩弓活动矫治器 (重庆中盛齿科技术有限公司, 渝械注准20232170488, 型号规格: ZS-HL螺旋扩弓矫治器); 深覆𪚩伴下颌后缩者采用Twin-block双颌垫功能矫治器 (深圳康泰健医疗科技股份有限公司, 粤械注准20162171525, 型号规格: Twin-block双导面功能矫治器); 牙列拥挤者采用活动矫治器 (广西深雅医疗科技股份有限公司, 桂械注准20242170235, 型号规格: 活动式) 配合指簧推磨牙向远中; 开𪚩伴吐舌习惯者采用腭刺 (舌刺) 矫治器 [济南丽尔美牙科技术有限公司, 鲁械注准20222170773, 型号规格: 腭刺 (舌刺)]。初戴时, 指导患儿及家长掌握正确的摘戴方法、每日佩戴不少于12 h及清洁维护要点, 并设置1周适应期, 若出现压痛或溃疡则及时调磨基托边缘。治疗期间, 每4周复诊1次, 检查矫治器贴合度、固位情况及牙齿移动效果, 并根据预设方案进行相应调整, 扩弓器按医嘱每周加力1~2次 (由家长操作)、Twin-block加高咬合面树脂、指簧激活或更换、舌刺调磨、基托随牙弓发育调改等, 直至矫治目标达成。同时, 向患儿及家长详细讲解矫治器戴用注意事项及口腔卫生维护要点, 以提高治疗依从性。

1.3.2 观察组 予以数字化无托槽隐形矫治器治疗: 治疗前, 采用口内扫描仪 (泰夫恩口内扫描设备有限公司, 国械注进20232170426, 型号规格: 3Shape TRIOS 3) 获取全牙列三维数字模型, 并上传至隐形矫治设计平台。医师依据错𪚩畸形诊断、头影测量分析及生长潜力评估, 制定三维数字化治疗方案, 通过ClinCheck软件进行动画模拟。方案经确认后, 由厂家生产系列透明矫治器 (无锡时代天使医疗器械科技有限公司, 苏械注准20162171073, 型号规格: Angelalign Kid)。初戴时, 指导患儿及家长掌握正确的摘戴方法, 每副矫治器佩戴7~10 d, 每日佩戴时间不少于20 h。根据牙齿移动需求, 于目标牙粘接树脂附件; 必要时设计颌间牵引扣配合 II 类或 III 类牵引。治疗期间每4周复诊1次, 检查矫治器贴合度

(若贴合不紧密、间隙大于1 mm, 需评估是否重启方案), 对比牙齿实际移动量与ClinCheck方案设定的预期移动量, 并发放下一序列3~4副矫治器; 若附件脱落需及时重粘。必要时进行邻面去釉, 或当牙齿移动偏离预设路径超过0.5 mm时, 行口内扫描后重启设计, 直至矫治目标达成。

1.4 观察指标

1.4.1评估两组临床疗效 显效: 错殆畸形基本矫治, 磨牙、尖牙关系中性或接近中性, 覆殆覆盖正常, 牙列整齐, 面型改善明显; 有效: 错殆畸形明显改善, 仅个别牙齿轻度扭转或间隙; 无效: 错殆畸形无明显改善或加重。总有效率=显效率+有效率。

1.4.2评估两组牙周健康指标 于治疗前及治疗后1个月, 由同一名牙周科医师检查Ramfjord指数牙的菌斑指数 (PLI)、牙龈指数 (GI) 及龈沟出血指数 (SBI)。PLI采用探针轻划牙面根据菌斑厚度记分 (0~3分), GI通过观察牙龈颜色、形态及探诊出血记分 (0~3分), SBI使用钝头牙周探针轻探龈沟根据出血情况记分 (0~5分), 分值越高牙周炎症越严重。

1.4.3记录两组矫治效率 ①排齐/扩弓达标时间: 记录拥挤牙弓狭窄患儿前牙排齐或后牙反殆解除、宽度达标时间; ②复诊紧急处理次数: 记录因矫治器不贴合、脱落、损坏、弓丝扎伤、溃疡剧痛、断裂等非计划性紧急返院次数; ③首次方案成功率: 观察组以无需重启、对照组以无需更换矫治器类型或增加辅助装置, 按初始方案完成

矫治为成功; ④总复诊次数: 计划内复诊次数与紧急处理次数之和。

1.4.4记录两组并发症发生率 记录两组固位不良、软组织损伤、牙釉质脱矿、矫治器断裂/损坏及治疗中断等并发症发生率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析, 计数资料采用 $[n(\%)]$ 表示, 行 χ^2 检验; 计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 行 t 检验。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较 对照组显效22例, 有效15例, 无效8例; 观察组显效32例, 有效11例, 无效2例。观察组总有效率为95.56% (43/45), 高于对照组的82.22% (37/45) ($\chi^2=4.050, P=0.044$)。

2.2 两组牙周健康指标比较 观察组治疗后1个月PLI、GI、SBI评分均低于对照组 ($P < 0.05$), 见表1。

2.3 两组矫治效率比较 观察组排齐/扩弓达标时间短于对照组, 复诊紧急处理次数、总复诊次数少于对照组, 首次方案成功率高于对照组 ($P < 0.05$), 见表2。

2.4 两组并发症发生率比较 对照组发生软组织损伤5例, 牙釉质脱矿3例, 矫治器断裂/损坏2例, 治疗中断1例; 观察组发生固位不良1例, 软组织损伤2例, 牙釉质脱矿1例。观察组并发症发生率为8.89% (4/45), 低于对照组的24.44% (11/45) ($\chi^2=3.920, P=0.048$)。

表1 两组牙周健康指标比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	PLI		GI		SBI	
		治疗前	治疗后1个月	治疗前	治疗后1个月	治疗前	治疗后1个月
对照组	45	0.92 ± 0.37	1.48 ± 0.42	0.76 ± 0.31	1.29 ± 0.38	0.48 ± 0.22	0.85 ± 0.30
观察组	45	0.89 ± 0.34	1.15 ± 0.28	0.74 ± 0.29	0.91 ± 0.32	0.46 ± 0.21	0.62 ± 0.24
t		0.410	4.306	0.277	5.272	0.570	3.988
P		0.683	0.001	0.783	0.001	0.570	0.001

表2 两组矫治效率比较 [$\bar{x} \pm s$, n (%)]

组别	n	排齐/扩弓达标时间(月)	复诊紧急处理次数(次)	首次方案成功率	总复诊次数(次)
对照组	45	5.86 ± 1.43	2.04 ± 1.11	31 (68.89)	6.33 ± 2.56
观察组	45	4.12 ± 0.98	0.53 ± 0.16	41 (91.11)	5.02 ± 1.47
统计值		t=6.746	t=9.032	$\chi^2=6.944$	t=2.977
P		0.001	0.001	0.008	0.004

3 讨论

错颌畸形在儿童生长发育期的患病率高达40%~70%，不仅干扰咀嚼功能的正常发挥与颜面美观的协调发育，亦可能对患儿心理健康产生不良影响^[8, 9]。针对此阶段开展早期矫治，旨在利用颌骨的生长潜力实施预防性干预，从而有效降低后续恒牙期矫治的难度。然而，传统活动矫治器长期存在美观性欠佳、异物感明显及清洁不便等不足，患儿的佩戴依从性难以保障，常致疗程迁延或疗效折损。近年来，数字化无托槽隐形矫治技术凭借美观舒适、可自行摘戴及治疗过程全程可视化等优势，已逐步拓展应用于儿童早期矫治领域。

本研究结果显示，观察组总有效率高于对照组 ($P < 0.05$)。究其原因：隐形矫治依托 ClinCheck 软件精确计算牙齿移动量，采用“小步快跑”分步施力模式，更符合儿童牙周生物耐受性，可避免传统经验式大力加力所致的组织损伤；多层膜片材料的应力松弛特性有助于维持持续稳定的矫治力输出^[10-12]；附件系统则增强了对复杂牙移动的刚性握持效应，提高了牙移动表达率。观察组治疗后1个月 PLI、GI、SBI 评分均低于对照组 ($P < 0.05$)。究其原因，隐形矫治器仅包裹牙冠，边缘光滑密贴，结构上消除了菌斑滞留区^[13-15]，且可自行摘戴便于彻底清洁，黏膜刺激轻微，共同维护了良好的牙周健康状态。观察组排齐/扩弓达标时间短于对照组，复诊紧急处理次数、总复诊次数少于对照组，首次方案成功率高于对照组 ($P < 0.05$)。其原因为：ClinCheck 软件可预判牙齿移动的“滞后效应”并提前补偿设计，避免了中途方案变更，从而提高了首次成功率；热压膜工艺将数字化方案精确转移为实体矫治器，表达率高，无需手感加力，缩短了排齐扩弓时间；复诊仅需检查贴合度与发放下一序列矫治器，无加力、调改基托等复杂操作，紧急情况极少发生，故复诊频次与紧急返院次数均降低。观察组并发症发生率低于对照组 ($P < 0.05$)。究其原因：隐形矫治器边缘经数字化平滑处理，黏膜刺激轻微，可摘戴便于涂氟防龋，一体化膜片无断裂风险且施力温和，极少因剧痛中断治疗，安全性优势突出。

综上所述，数字化无托槽隐形矫治器在儿

童早期错颌畸形治疗中的效果良好，能够维持良好的牙周健康状态，且矫治效率理想、并发症发生率低。

【参考文献】

- [1] 李小兵, 叶全富, 贺红, 等. 中国儿童错颌畸形早期矫治专家共识[J]. 华西口腔医学杂志, 2021, 39(4): 369-376.
- [2] 吴洁, 李文静. 安氏 II 类错颌应用无托槽隐形矫治远移上颌磨牙的研究进展[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(8): 973-977.
- [3] 王丽萍. 口腔肌训-咬合诱导联合治疗在儿童错颌畸形早期矫治中的应用效果及对美学指标改善情况的影响[J]. 医学美学美容, 2025, 34(24): 9-12.
- [4] 张月娇, 杨欢欢, 刘康民, 等. 早期矫治器和传统矫治器治疗前牙反颌患儿的疗效及美观满意度比较[J]. 中国美容医学, 2025, 34(10): 137-140.
- [5] 雷啸, 金钊. 无托槽隐形矫治生物力学与矫治策略研究进展[J]. 华西口腔医学杂志, 2026, 44(1): 17-28.
- [6] 赖文莉. 无托槽隐形矫治在疑难病例二次矫治中的应用[J]. 中华口腔医学杂志, 2024, 59(4): 400-406.
- [7] 吕秦毅, 高子琦, 冯青辰, 等. 替牙期无托槽隐形矫治器扩弓治疗改良设计的有限元分析[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2024, 44(8): 935-943.
- [8] 李煌. 早期矫治的现状思考[J]. 华西口腔医学杂志, 2025, 43(2): 151-157.
- [9] 高洁, 徐悦蓉, 张浩霖, 等. 无托槽隐形矫治中的复诊监控要点[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2022, 29(1): 42-46.
- [10] 游杰, 闫文娟, 林丽婷, 等. 数字化口内扫描技术专家共识[J]. 口腔疾病防治, 2024, 32(8): 569-577.
- [11] 张佳忆, 杨丹, 张家愚, 等. 无托槽隐形矫治结合 Andrews 六要素的青少年骨性 II 类拔牙病例 1 例[J]. 中国口腔医学继续教育杂志, 2025, 28(2): 108-122.
- [12] 艺璇, 葛化冰, 曹钰. 无托槽隐形矫治器用于牙周炎伴有错颌畸形的矫治效果及对患者牙周健康的影响[J]. 中华全科医学, 2024, 22(6): 940-942, 1027.
- [13] 张渊岫, 龚爱秀, 王嘉艺. 高位头帽-肌激动器联合舌栅矫治器治疗替牙期骨性 II 类高角错颌畸形的疗效分析[J]. 口腔医学, 2026, 46(3): 195-200.
- [14] 黄飞, 陈倩, 张胜男. Pass 矫治器与 Twin-block 功能矫治器联合自锁托槽在安氏 II 类 1 分类错颌畸形中的矫正效果比较[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(6): 6-11.
- [15] 王旭东. 中国儿童颌面畸形的筛查与诊治现状[J]. 上海医学, 2025, 48(7): 412-415.

收稿日期: 2026-7-15

编辑: 张蕊