

## 替牙期患者应用无托槽隐形矫治器扩弓的临床效果研究

程磊, 艾琦, 李娇

(苏州口腔医院正畸二科 江苏苏州 215000)

**[摘要]**目的: 研究替牙期患者应用无托槽隐形矫治器扩弓的临床效果。方法: 回顾性研究2021年1月-2022年12月在笔者医院进行扩弓治疗的90例替牙期患者资料, 所有患者均采用Invisalign无托槽隐形矫治器, 通过查询电子病历的方式获取患者的性别、年龄等基础信息, 收集扩弓前后石膏模型及iTero口内扫描数据, 基于数字化模型测量上下颌乳尖牙及第一乳磨牙、第二乳磨牙、第一恒磨牙的中央窝间距数据, 比较所有患者扩弓前、系统预设、扩弓后上下颌各牙位牙弓宽度, 计算比较上下颌各牙位实际扩弓量与预设扩弓量差异, 评估扩弓表达率。结果: 与扩弓前实际牙弓宽度比较, 扩弓后上下颌各牙位实际牙弓宽度均明显增加, 但均小于系统预设扩弓宽度 ( $P < 0.05$ ); 上下颌各牙位实际扩弓量均低于预设扩弓量 ( $P < 0.05$ ), 且乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率高于其他牙位。扩弓后美观满意度得分较扩弓前更高 ( $P < 0.05$ ), 90例患者中, 并发症总发生率仅为3.33%。结论: 对轻度牙弓狭窄或轻度牙列拥挤的替牙期患者而言, 采用无托槽隐形矫治器进行扩弓, 能安全有效地增加上下颌牙弓宽度, 其扩弓表达率在乳尖牙与第一乳磨牙中较高, 但实际扩弓量仍低于系统预设扩弓量, 提示临床可适当增加无托槽隐形矫治器正转矩的设计, 进一步提高扩弓效率。

**[关键词]** 替牙期; 无托槽隐形矫治器; 扩弓量; 满意度

**[中图分类号]** R782.21 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455 (2026) 01-0129-04

## Clinical Effect of Bracketless Invisible Appliance Expansion on Patients with Mixed Dentition

CHENG Lei, AI Qi, LI Jiao

(Second Department of Orthodontics, Suzhou Stomatological Hospital, Suzhou 215000, Jiangsu, China)

**Abstract:** **Objective** To study the clinical effect of bracketless invisible appliance expansion on patients with mixed dentition. **Methods** A retrospective study was conducted on 90 patients with mixed dentition who received expansion treatment in the hospital from January 2021 to December 2022. All patients were treated with Invisalign bracketless invisible appliance. Basic information such as gender and age was obtained by querying electronic medical records. The plaster model and iTero intraoral scanning data before and after expansion were collected. Based on the digital model, the central fossa spacing data of maxillary and mandibular deciduous canines and first deciduous molars, second deciduous molars, and first permanent molars were measured. The arch widths of maxillary and mandibular teeth before expansion, system preset, and after expansion were compared. The difference between the actual expansion amount and the preset expansion amount of maxillary and mandibular teeth was calculated and compared, and the expansion expression rate was evaluated. **Results** Compared with the actual dental arch width before expansion, the actual dental arch width of the maxillary and mandibular teeth increased significantly after expansion, but it was less than the dental arch width of system preset ( $P < 0.05$ ). The actual expansion amount of maxillary and mandibular teeth was lower than the preset expansion amount ( $P < 0.05$ ), and the expansion expression rate of deciduous canine and first deciduous molar was higher than that of other teeth. The aesthetic satisfaction score after expansion was higher than that before expansion ( $P < 0.05$ ). Among the 90 patients, the total incidence of complications was only 3.33%. **Conclusion** For patients with mild dental arch stenosis or mild dental crowding in mixed dentition, the application of bracketless invisible appliance for expansion can safely and effectively increase the arch width of maxillary and mandibular teeth. The expression rate of expansion is higher in deciduous canines and first deciduous molars, but the actual expansion amount is still lower than the preset expansion amount, suggesting that the design of positive torque of bracketless invisible appliance can be appropriately increased in clinical practice to further improve the efficiency of expansion.

**Keywords:** mixed dentition; bracketless invisible appliance; expansion amount; satisfaction

牙弓发育不足是临床常见的口腔疾病,会造成牙列拥挤、反颌等错殆畸形,不仅会影响患者颜面形象和诱发自卑心理,还会降低咬合功能和造成各类口腔疾病<sup>[1]</sup>。研究证明<sup>[2]</sup>,牙弓宽度增长最快的年龄段为5~10岁,大多在13岁以前完成,对替牙期患者尽早地开展扩弓干预,有利于促进其颌骨发育,改善牙弓宽度不调。临床常通过螺旋簧扩弓器、前方牵引器、无托槽隐形矫治器等方式进行扩弓,前两者虽能显著增加牙弓宽度,促进颜面管理,但不利于患者口腔清洁、异物感强,影响发音的同时易诱发龋齿及恒牙的正常萌出<sup>[3]</sup>。无托槽隐形矫治器可规避传统扩弓器的上述缺点,通过计算机三维技术辅助设计和制作矫治工具,具有美观度高、舒适性强、易取戴、方便口腔卫生管理等优势,患者佩戴依从性高<sup>[4]</sup>。研究表明<sup>[5]</sup>,无托槽隐形矫治器能有效改善成人牙弓形态,缓解牙列拥挤症状。但现阶段该方式在治疗替牙期患者牙弓发育不足中的应用却较少。基于此,本文回顾性研究替牙期患者应用无托槽隐形矫治器扩弓的临床效果,为临床替牙期患者的扩弓治疗提供依据,现报道如下。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料:回顾性研究2021年1月-2022年12月在笔者医院行无托槽隐形矫治器扩弓治疗的90例替牙期患者,其中男43例,女47例;年龄6~13岁,平均年龄(9.57±1.64)岁。矫治器均采用隐适美无托槽隐形矫治器(美国Invisalign)。本研究患儿家属均知情同意,并签署知情同意书。

1.1.1 纳入标准:第一磨牙已萌出,但乳尖牙与乳磨牙未替换的混合牙列期患者;牙弓呈现轻度狭窄或牙列轻度拥挤;牙体无明显缺损或磨耗;无系统性疾病;无颞下颌关节紊乱相关症状。

1.1.2 排除标准:患有严重牙颌面畸形;存在上呼吸道通气异常;既往有根管治疗、拔牙等口腔治疗者;佩戴依从性差或中途退出者。

1.2 研究方法:所有操作均由同一医师团队完成。治疗前,每位患者均进行仔细的面面部评估及口内检查,拍摄扩弓前口内照与颜面照,采用石膏制取初诊记存模型,采用口腔CT机(卡瓦医疗)拍摄头颅侧位片和全口曲面断层片,采用口内扫描仪(iTero,美国Align Technology公司生产)获取口内三维数字化模型,记存石膏模型和口内扫描数据均需与口内照进行对比,确保相互间无明显差异,并以此为依据制定个性化无托槽隐形矫治器,之后复

诊粘附件,指导患者科学佩戴,告知其每日佩戴时间需≥22h,每2周复诊一次并更换矫治器。所有患者采集四组数据:①将治疗前初诊寄存石膏模型设为扩弓前真实初始状态;②将扩弓前ClinCheck软件自动化生成的立体动画模型设为患者扩弓前口腔初始状态,测量扩弓前实际牙弓宽度;③将ClinCheck软件中所预设的扩弓治疗最后一步结束时数据,设为本次隐形矫治器扩弓治疗的系统预设扩弓宽度;④在ClinCheck软件所预设的扩弓治疗结束前一步,再次制取口内石膏模型及扫描口内数字化模型,测量扩弓后实际牙弓宽度。实际扩弓量=④-①;预设扩弓量=③-②;扩弓表达率=实际扩弓量/预设扩弓量×100%<sup>[6]</sup>。

### 1.3 观察指标

1.3.1 扩弓效果:比较所有患者扩弓前后上下颌牙弓宽度及扩弓量,以iTero口内扫描模型为基准,分别测量扩弓前后上下颌两侧乳尖牙牙尖,第一乳磨牙、第二乳磨牙、第一恒磨牙中央窝间距,所有距离均由同一医师测量3次完成,最终以均值为准。

1.3.2 美观满意度<sup>[7]</sup>:评估所有患者扩弓结束后美观满意度情况,满意度量表分别从口腔美观、牙龈美观、清洁度、整体美观四个维度进行评估,每个维度分数范围0~10分,分数与满意度呈正相关。

1.3.3 并发症:分别从口腔黏膜破损、咀嚼困难、牙龈炎、龋齿四个方面评估扩弓后并发症发生情况。

1.4 统计学分析:数据整合与分析采用SPSS 23.0软件,正态分布的计量资料以“ $\bar{x}\pm s$ ”表示,扩弓前实际牙弓宽度、系统预设牙弓宽度、实际扩弓宽度三者的比较采用单因素方差分析;实际扩弓量、预设扩弓量两者比较采用 $t$ 检验;计数资料以“ $n(\%)$ ”表示。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 扩弓前后上颌各牙位牙弓宽度比较:与扩弓前实际牙弓宽度比较,扩弓后上颌各牙位实际牙弓宽度均明显增加,但仍小于系统预设扩弓宽度( $P<0.05$ )。见表1。

2.2 扩弓前后下颌各牙位牙弓宽度比较:与扩弓前实际牙弓宽度比较,扩弓后下颌各牙位实际牙弓宽度均明显增加,但仍小于系统预设扩弓宽度( $P<0.05$ )。见表2。

2.3 上颌各牙位扩弓量与扩弓表达率的比较:上颌各牙位实际扩弓量均低于预设扩弓量( $P<0.05$ ),且乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率高于其他牙位( $P<0.05$ ),但乳尖牙与第一乳

表1 扩弓前后上颌各牙位牙弓宽度比较

( $\bar{x}\pm s$ , mm)

牙位	扩弓前实际牙弓宽度	系统预设扩弓宽度	扩弓后实际牙弓宽度	F值	P值
乳尖牙 (n=90)	32.11±1.88	37.85±2.03	36.49±1.90 <sup>##</sup>	60.135	<0.001
第一乳磨牙 (n=90)	39.42±2.02	45.63±2.18	43.91±2.20 <sup>##</sup>	55.637	<0.001
第二乳磨牙 (n=90)	44.81±3.42	49.79±3.67	48.61±3.51 <sup>##</sup>	48.778	<0.001
第一恒磨牙 (n=90)	51.89±3.21	55.64±3.30	54.28±3.25 <sup>##</sup>	30.642	<0.001

注: \*表示与扩弓前实际牙弓宽度比较,  $P<0.05$ ; #表示与系统预设扩弓宽度比较,  $P<0.05$ 。

表2 扩弓前后下颌各牙位牙弓宽度的比较

( $\bar{x} \pm s$ , mm)

牙位	扩弓前实际牙弓宽度	系统预设扩弓宽度	扩弓后实际牙弓宽度	F值	P值
乳尖牙 (n=90)	25.44±2.10	28.05±2.23	27.13±2.19 <sup>*#</sup>	33.370	<0.001
第一乳磨牙 (n=90)	31.72±2.71	36.88±2.84	35.17±2.96 <sup>*#</sup>	77.172	<0.001
第二乳磨牙 (n=90)	37.07±3.02	42.29±3.45	41.03±3.24 <sup>*#</sup>	69.209	<0.001
第一恒磨牙 (n=90)	45.26±3.13	49.77±3.20	48.51±3.17 <sup>*#</sup>	48.596	<0.001

注: \*表示与扩弓前实际牙弓宽度比较,  $P < 0.05$ ; #表示与系统预设扩弓宽度比较,  $P < 0.05$ 。

表3 上颌各牙位扩弓量与扩弓表达率比较

( $\bar{x} \pm s$ )

牙位	预设扩弓量/mm	实际扩弓量/mm	扩弓表达率/%	t值	P值
乳尖牙 (n=90)	5.69±0.74	4.52±0.79	79.43±3.84	10.245	<0.001
第一乳磨牙 (n=90)	6.05±1.14	4.87±1.05	80.35±3.12	7.223	<0.001
第二乳磨牙 (n=90)	5.11±1.09	4.01±0.97	78.31±3.69 <sup>*#</sup>	6.697	<0.001
第一恒磨牙 (n=90)	4.40±0.72	3.39±0.68	77.80±3.77 <sup>*#</sup>	9.675	<0.001

注: 表中t值, P值为预设扩弓量与实际扩弓量比较。\*表示与第一乳磨牙比较,  $P < 0.05$ ; #表示与乳尖牙比较,  $P < 0.05$ 。

表4 下颌各牙位扩弓量与扩弓表达率比较

( $\bar{x} \pm s$ )

牙位	预设扩弓量/mm	实际扩弓量/mm	扩弓表达率/%	t值	P值
乳尖牙 (n=90)	2.74±0.68	2.20±0.55	80.29±4.20	5.418	<0.001
第一乳磨牙 (n=90)	5.02±0.79	3.97±0.67	79.54±3.68	9.616	<0.001
第二乳磨牙 (n=90)	5.06±0.75	3.99±0.71	78.03±3.91 <sup>*#</sup>	9.829	<0.001
第一恒磨牙 (n=90)	4.46±0.80	3.38±0.74	75.68±4.05 <sup>*#</sup>	9.402	<0.001

注: 表中t值, P值为预设扩弓量与实际扩弓量比较。\*表示与第一乳磨牙比较,  $P < 0.05$ ; #表示与乳尖牙比较,  $P < 0.05$ 。磨牙扩弓表达率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表3。

2.4 下颌各牙位扩弓量与扩弓表达率的比较: 下颌各牙位实际扩弓量均低于预设扩弓量 ( $P < 0.05$ ), 且乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率高于其他牙位 ( $P < 0.05$ ), 但乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表4。

2.5 美观满意度: 扩弓后美观满意度[ (35.12±4.15) 分]高于扩弓前得分[ (29.77±5.61) 分] ( $t=7.273$ ,  $P < 0.05$ )。

2.6 并发症: 90例患者扩弓结束后, 2例发生咀嚼困难, 1例发生牙龈炎, 无口腔黏膜破损和牙龈炎症状出现, 并发症总发生率为3.33% (3/90)。

2.7 典型病例: 见图1。



注: A~B. 扩弓前; C~D. 扩弓后

图1 典型病例上下牙弓扩弓前后口内像

### 3 讨论

替牙期错殆畸形包含牙齿畸形与颌骨畸形两大类, 多因后天环境因素或先天遗传因素致病, 主要表现为牙列拥挤、咬合异常等<sup>[8]</sup>。牙弓横向发育不足是常见的一类错殆畸形, 成人及儿童均可发生, 易引发后牙反殆、牙列拥挤、矢状向不调等不良症状, 影响患者口腔功能及面部美观, 增加口腔清洁难度, 尽早干预是关键<sup>[9]</sup>。根据人体生长发育规律, 13岁后牙弓宽度基本定型, 且5~10岁的儿童期是牙弓生长发育的黄金期, 故本文在此阶段对患者进行扩弓治疗, 可有效提升扩弓效率, 达到事半功倍的效果。目前, 无托槽隐形矫治器凭借其舒适、美观等优势, 受众群体已从成人逐渐发展至儿童, 在早矫领域发挥着其独有作用, 但大多应用在纠正间隙不足导致的牙列不齐, 对改善替牙期患者牙弓宽度不足的效果却尚未明确。

本研究结果显示, 与扩弓前实际牙弓宽度比较, 扩弓后上下颌各牙位实际牙弓宽度均明显增加 ( $P < 0.05$ ), 说明对于替牙期患者而言, 无托槽隐形矫治器是一种有效的扩弓矫治工具, 能有效改善患者上下牙弓宽度不足。替牙期又叫混合牙列期, 该时期乳牙和恒牙共存, 乳牙逐渐松动并脱落, 恒牙逐渐形成并萌出, 这一过程需要以足够的牙弓空间为基础来顺利完成。及时纠正替牙期患者牙弓宽度不足症状, 有利于促进牙齿的良好排列与发育, 降低后续矫正风险与难度, 提升口腔美观度与生理功能<sup>[10]</sup>。本文所采用的无托槽隐形矫治器, 热压膜材料变性所形成的回

弹力是其矫治力量的主要来源,同时以先进的计算机辅助设计与制造为基础,通过对牙齿、牙弓及咬合详细地进行数字化扫描,有利于获取精准的牙齿模型和数据,减少数据偏差,可帮助制定出个性化、分阶段的托盘矫治器,实现对牙弓的准确施压,从而促进牙弓宽度的增加。此外,替牙期患者颌骨生长潜力大、可塑性强,有利于扩弓<sup>[11]</sup>;无托槽隐形矫治器佩戴简单舒适,有利于提升患者的佩戴依从度,完成每日基础佩戴时间,发挥矫治器持续加压作用力,可进一步帮助改善牙弓宽度。

本研究结果发现,扩弓后上下颌各牙位实际牙弓宽度均小于系统预设扩弓宽度( $P < 0.05$ ),上下颌各牙位实际扩弓量均低于预设扩弓量( $P < 0.05$ ),乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率高于其他牙位。提示无托槽隐形矫治器实际扩弓效率与预设扩弓效率存在一定差距,且对远端牙位扩弓量稍弱。究其原因:无托槽隐形矫治器在进行扩弓设计时,需考虑邻牙关系、牙槽骨和软组织适应能力、矫治器回弹力等众多因素,生物力学受制因素较多<sup>[12]</sup>;且出于安全考虑,医师在治疗过程中通常会适度控制扩弓的幅度与速度,降低牙槽骨损伤、牙冠不稳定移动等不良事件发生风险,故实际扩弓量大多低于预设扩弓量。针对乳尖牙与第一乳磨牙扩弓表达率高于其他牙位这一结果,可能与无托槽隐形矫治器形态呈马蹄状,其颊向推动的生物力会从近中向远中依次递减有关<sup>[13]</sup>,同时,第二乳磨牙与第一恒磨牙垂直负荷和被附着的牙周膜面积更大,皮质骨更厚,对扩弓矫治器的生物阻力更大<sup>[14]</sup>,会进一步导致后端磨牙实际扩弓量偏低。

本研究结果发现,患者扩弓后美观满意度得分高于扩弓前( $P < 0.05$ ),且并发症总发生率仅为3.33%。说明对替牙期患者而言,采用无托槽隐形矫治器进行扩弓,能获得较高的安全性与满意度。究其原因:无托槽隐形矫治器方便戴取,有利于日常口腔清洁,减少软垢及牙菌斑的残留与堆积,帮助维持良好的口腔环境,提升口腔清洁度,预防牙龈炎、龋齿的发生<sup>[15]</sup>;无托槽隐形矫治器表面光滑,对口腔黏膜摩擦力小,能有效避免口腔黏膜破损;且其分阶段逐步增加牙弓宽度,有利于循序渐进纠正牙列拥挤,调整咬合功能,减轻牙齿疼痛与不适,进而预防咀嚼困难的发生,增强口腔美观度,提升治疗满意度。

综上所述,对轻度牙弓狭窄或轻度牙列拥挤的替牙期患者而言,采用无托槽隐形矫治器进行扩弓,能安全有效地增加上下颌牙弓宽度,其扩弓表达率在乳尖牙与第一乳磨牙中较高,但实际扩弓量仍低于系统预设扩弓量,提示临床可适当增加无托槽隐形矫治器正转矩的设计,进一步提高扩弓效率。

#### [参考文献]

- [1] Garib D, Miranda F, Palomo J M, et al. Orthopedic outcomes of hybrid and conventional Hyrax expanders[J]. *Angle Orthod*, 2021,91(2):178-186.
- [2] 金作林. 颌颌面生长发育与错殆畸形早期矫治[J]. *中华口腔医学杂志*, 2022,57(8):794-799.
- [3] 刘元恩, 龙萍, 李虎啸, 等. 上颌前方牵引联合螺旋扩弓器与单独上颌前方牵引矫治替牙期骨性III类错殆牙颌面软硬组织变化的对比研究[J]. *贵州医药*, 2020,44(3):471-472.
- [4] 韦梦瑶, 胡心怡, 李晖. 无托槽隐形矫治对替牙期上颌横向发育不足患者扩弓的骨性效应[J]. *山西医科大学学报*, 2023,54(5):702-706.
- [5] Lione R, Paoloni V, Bartolommei L, et al. Maxillary arch development with Invisalign system[J]. *Angle Orthod*, 2021,91(4):433-440.
- [6] 周丽娟, 王斌. 无托槽隐形矫治扩弓效率的研究[J]. *安徽医学*, 2020,41(6):657-660.
- [7] 高雪, 段少宇, 张栋梁, 等. 无托槽隐形矫治与舌侧隐形矫治技术用于错殆畸形的矫治效果对比研究[J]. *中国美容医学*, 2022,31(10):122-126.
- [8] 杨善麟, 杨番. MRC肌功能矫治器干预治疗儿童安氏II类I分类错颌畸形的临床应用研究[J]. *医学综述*, 2021,27(9):1836-1840.
- [9] Paul S, Garg S, Saraf B G, et al. Arch measurements, bigonial width, dental caries, and their effect on occurrence of mandibular incisors crowding in early mixed dentition period[J]. *Int J Clin Pediatr Dent*, 2021,14(Suppl 1):S57-S62.
- [10] 贺泽群, 曾欢, 唐欢, 等. 替牙列期儿童错颌畸形颌-颌骨及牙弓的测量分析[J]. *重庆医科大学学报*, 2018,43(10):1354-1359.
- [11] 赵睿, 刘洋, 吕翱, 等. 无托槽隐形矫治混合牙列扩弓效率的研究[J]. *中国医科大学学报*, 2022,51(12):1074-1078.
- [12] 关万琅, 姜雯欣, 熊国平, 等. 优化附件对隐形矫治器乳牙固位力影响的生物力学初探[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2024,31(1):2-5.
- [13] 季洪超, 徐巍巍, 邓旭霞, 等. 隐形矫治器治疗青少年骨性II类错殆畸形患者的临床效果[J]. *广西医学*, 2023,45(9):1034-1037,1047.
- [14] 李创, 李菱蔚, 刘赞朝, 等. Damon Q自锁托槽联合Invisalign矫治器治疗替牙中晚期牙性错颌畸形患者的临床效果[J]. *河北医药*, 2018,40(18):2748-2751,2756.
- [15] 吴细霞, 顾梦, 拓端阳, 等. 自锁托槽和无托槽隐形矫治器对正畸患者牙周组织炎症状态的影响[J]. *口腔材料器械杂志*, 2023,32(2):138-142.

[收稿日期] 2024-9-07

本文引用格式: 程磊, 艾琦, 李娇. 替牙期患者应用无托槽隐形矫治器扩弓的临床效果研究[J]. *中国美容医学*, 2026,35(1):129-132.