

论著·临床研究

正畸患者隐形矫治中采用不同附件的临床效果研究*

张 煦^{1,2}, 邓颖婕^{1,2}, 吴佳叶^{1,2}, 李 娜^{1,2}, 白明海^{1,2△}

(1. 湖南中医药大学, 湖南 长沙 410208; 2. 长沙市口腔医院正畸科, 湖南 长沙 410004)

[摘要] **目的** 探讨正畸患者隐形矫治中采用不同附件的临床效果。**方法** 选取 2021 年 1 月至 2022 年 10 月长沙市口腔医院采用无托槽隐形矫治器治疗的 60 例正畸患者, 根据患者隐形矫治器使用中附件类型的不同将其分为优化组和传统组, 每组 30 例。优化组采用优化附件, 传统组采用传统附件。比较 2 组患者三维向移动效率、牙周健康指数、正畸美观度及并发症发生情况。**结果** 随访结束后, 传统组患者上颌尖牙、第二前磨牙矢状向、横向及垂直向移动距离与优化组比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$); 在牙齿角度变化中, 优化组患者上颌尖牙和上颌第二前磨牙轴倾、旋转和转矩控制力高于传统组, 差异均有统计学意义($P<0.05$); 2 组患者牙周探诊深度、牙龈出血指数、菌斑指数比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 优化组患者红/白美学指数评分[分别为(9.62±0.81)、(10.47±0.53)分]均高于传统组[分别为(8.64±0.72)、(9.78±0.53)分], 差异均有统计学意义($P<0.05$); 2 组患者并发症发生率比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 相对于隐形矫治器传统附件在正畸患者中的使用, 优化附件对牙齿三维向移动效率的控制力更佳, 可在一定程度上改善患者牙齿正畸美观度, 且对牙周健康指数和牙齿功能影响较小, 同时, 在佩戴过程中未有严重并发症的发生, 具有一定安全性。

[关键词] 正畸; 隐形矫治器; 传统附件; 优化附件; 三维向移动

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.10.012

中图法分类号: R783.5

文章编号: 1009-5519(2024)10-1678-05

文献标识码: A

Clinical observation of using different attachments in invisible
orthodontic treatment for orthodontic patients*

ZHANG Xu^{1,2}, DENG Yingjie^{1,2}, WU Jiaye^{1,2}, LI Na^{1,2}, BAI Minnghai^{1,2△}

(1. Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China; 2. Department of Orthodontics, Changsha Stomatological Hospital, Changsha, Hunan 410004, China)

[Abstract] **Objective** To observe the clinical effect of different attachments in invisible orthodontic treatment for orthodontic patients. **Methods** A total of 60 orthodontic patients treated with invisible orthodontic appliances at Changsha Stomatological Hospital from January 2021 to October 2022 were selected. They were divided into the optimized group and the traditional group based on different types of accessories used in the invisible appliances, with 30 cases in each group. The optimized group was treated with optimized accessories, while the traditional group was treated with traditional accessories. The three-dimensional movement efficiency, periodontal health index level, orthodontic aesthetics, and incidence of complications were compared between the two groups. **Results** After follow-up, there was no statistically significant difference in the sagittal, transverse, and vertical movement distance of the traditional group's maxillary canines and second premolars compared to the optimized group ($P>0.05$). In terms of tooth angle changes, the axial tilt, rotation and torque control forces of maxillary cusp and maxillary second premolar in the optimized group were higher than those in the traditional group, with statistical significance ($P<0.05$). There was no significant difference in periodontal probing depth, gingival bleeding index and plaque index between the two groups ($P>0.05$). The red and white aesthetic index in the optimized group [(9.62±0.81), (10.47±0.53) points] was higher than that in the traditional group [(8.64±0.72), (9.78±0.53) points], and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with the use of traditional accessories of invisible appliance in orthodontic patients, optimized attachments has better control over the three-dimensional movement efficiency of teeth, which can improve the aesthetic appearance of orthodontic treatment to a certain extent, and has a

* 基金项目: 湖南中医药大学研究生创新课题(2023CX61)。

作者简介: 张煦(1997—), 硕士研究生, 医师, 主要从事口腔正畸的研究。△ 通信作者, E-mail: 429526876@qq.com。

smaller impact on periodontal health index and tooth function. At the same time, there are no serious complications during the wearing process, which has a certain level of safety.

[Key words] Orthodontics; Invisible appliances; Traditional attachments; Optimized attachments; Three-dimensional movement

无托槽隐形矫治器(CA)主要包括牙齿唇舌向在内三面的覆盖,其所产生的压力点或面能引导牙齿向目标位置移动,促使牙齿达到三维运动,且该方式由于自身所具有的高美观度、舒适度和治疗计划可视化方面的优势已在正畸治疗中得到广泛应用^[1]。而隐形正畸治疗在控根移动、前牙伸长、转矩控制方面存在局限性,增加了牙齿移动复发风险^[2]。据文献报道,附件可显著提高牙齿移动效率^[3]。故在正畸治疗中需借助粘接附件提高牙齿移动成功率。但附件的形态种类繁多,需根据附件种类固位和作用的不同确保牙齿与CA的完全贴合,从而利用其牙齿移动方式控制和主动矫治力达到矫治目的^[4]。目前,根据附件外观形态的不同主要将其分为传统附件和优化附件,

但国内外关于正畸患者不同附件对上牙整体移动效率的研究结果并不完全一致。鉴于此,本研究分析了在正畸治疗中选取优化附件和传统附件的牙齿三维向移动效率,旨在为临床选取一种更为有效的CA附件优化设计技术。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取2021年1月至2022年10月长沙市口腔医院60例采用CA治疗的正畸患者,根据患者CA中使用附件类型的不同将其分为优化组和传统组,每组30例。2组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。本研究已获医院伦理委员会审批[2023伦审(研)第014号]。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别[n(%)]		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	骨面类型[n(%)]		
		男	女		长面型	均面型	短面型
优化组	30	18(60.00)	12(40.00)	21.76 $\pm$ 2.11	8(26.67)	12(40.00)	10(33.33)
传统组	30	13(43.33)	17(56.67)	21.93 $\pm$ 2.46	10(33.33)	12(40.00)	8(26.67)
χ^2/t	—	1.669		0.287		0.444	
P	—	0.196		0.775		0.801	

注:—表示无此项。

1.1.2 纳入标准 (1)年龄18~25岁;(2)均为上颌尖牙和第二前磨牙矫治;(3)上颌牙弓轻度拥挤(拥挤度小于4mm);(4)恒牙列,牙弓基本对称;(5)依从性良好。

1.1.3 排除标准 (1)对菌斑显示剂过敏;(2)有吸烟史;(3)存在全身疾病或有高血压、糖尿病等病史;(4)有牙周病、口腔黏膜疾病;(5)存在牙列缺失;(6)牙冠长度过短。

1.2 方法

1.2.1 处理方法 2组患者均根据ClinCheck软件中可视化治疗调整上颌尖牙、第二前磨牙至正常位,并从第1副矫治器开始粘接附件。上颌建模采用Mimics15.0取出硬组织骨骼模型,以STL文件导出,于Geomagic中修复、去噪、曲面,导出STP格式,于Pro/E5.0中组装;最后将IGES格式作为一个整体导出,并为Hypermesh12.0中的下一步有限元网格处理做准备。(1)影像数据处理:于Mimics软件中导入CT数据,分别定义为X、Y和Z三维,对所有牙齿和上颌骨进行分割处理,选择人体骨骼阈值(用动态区域增长法)建立上颌牙齿-牙槽骨三维模型,然后沿牙根均匀扩展0.25mm,获牙周膜三维,以STL文件导

出。(2)曲面化:STL文件导入Geomagic,构建曲面(修补、编修、降噪),确保椎体闭合连续,然后使用软件的内置算法拟合NURBS,导出IGES格式。(3)建立附件、种植体支架和CA模型,于Pro/E5.0软件中导入建立完毕的3D模型作为参考,用草图绘制附件横截面,然后拉伸、切割,完成所有附件模型,参考临床CA边界位置,将曲面形态边缘切割形成CA内表面,提取外壳,向外扩展0.75mm,形成CA模型。

1.2.2 附件类型选取 优化组采用优化附件,尖牙、第二前磨牙处分别设置2个优化设计的附件(形状不规则),具体位置模拟由计算机根据每颗牙齿受力点、方向、大小等自动设计。传统组采用传统附件,即在同一牙齿上牙冠中心处设置垂直矩形附件,厚、宽、高分别为1、2、4mm。所有附件均用3M流动树脂黏合,完毕后指导患者使用改良BASS刷牙法结合牙线进行口腔卫生维护(由同一名医生指导),每天早晚至少刷牙2次,每次2min;每次复诊时确认口腔清洁情况;建议患者每天佩戴正畸矫治器至少20h,每8~12天更换1副CA,每2~3个月复诊1次,正畸治疗12个月后复诊时要求患者2h不进食,也不采取清洁措施,用牙菌斑指示剂检查实验牙牙周健康指数,并

统计牙齿三维向移动效率。

1.2.3 观察指标

1.2.3.1 三维向移动效率 矫治完成即刻、随访结束后,患者平静呼吸,眶耳平行于地面,面中线与纠正参考线重叠,采用 X 线 Dolphin(上海锐珂医疗器械有限公司,型号:CS 8100SC)测量上颌尖牙、第二前磨牙矢状向、横向、垂直向移动距离及轴倾、转矩、旋转控制力等,同一颗牙齿连续测量 3 次后取平均值。

1.2.3.2 牙周健康指数 矫治完成即刻、随访结束后,使用标准牙周探针(上海聚慕医疗器械有限公司,型号:KPC11.5b-3.5)探测牙周探诊深度(PD)、牙龈出血指数(SBI)、菌斑指数(PLI)。

1.2.3.3 正畸美观度 矫治完成即刻、随访结束后,比较 2 组患者修复后不同时间红/白色美学指数评分^[5]。红色美学指数评分:边缘龈水平、近/远中龈乳头、软组织颜色/形态、牙槽嵴缺损,各指数分值均为 0~2 分,分值越低表示情况越差;白色美学指数评分:牙冠体积/外形/形态、修复体色调/表面纹理/透明度,分值均为 0~2 分,分值越低表示情况越差。

1.2.3.4 并发症 统计 2 组患者矫治期间并发症发生情况。

1.3 统计学处理 应用 SPSS22.0 软件进行统计分析,计数资料以率或构成比表示,采用 χ^2 检验或连续性校正;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者上颌尖牙三维向移动效率比较 2 组患者在矫治完成即刻上颌尖牙矢状向、横向、垂直向移动距离,以及轴倾、旋转、转矩控制力比较,差异均

无统计学意义($P > 0.05$)。随访结束后,2 组患者上颌尖牙矢状向、横向、垂直向、轴倾、旋转、转矩控制力均明显高于矫治完成即刻,差异均有统计学意义($P < 0.05$);2 组患者上颌尖牙矢状向、横向、垂直向移动距离比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);优化组患者上颌尖轴倾、旋转、转矩控制力均明显高于传统组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 2 组患者上颌第二前磨牙三维向移动效率比较 2 组患者在矫治完成即刻上颌第二前磨牙矢状向、横向、垂直向移动距离等,以及轴倾、旋转、转矩控制力比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。随访结束后,2 组患者上颌第二前磨牙矢状向、横向、垂直向、轴倾、旋转、转矩控制力均明显高于矫治完成即刻,差异均有统计学意义($P < 0.05$);2 组患者上颌第二前磨牙矢状向、横向、垂直向移动距离比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);而优化组患者轴倾、旋转、转矩控制力均明显高于传统组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 2 组患者牙周健康指数比较 2 组患者在矫治完成即刻 PD、SBI、PLI 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。随访结束后,2 组患者 PD、SBI、PLI 均明显低于矫治完成即刻,差异有统计学意义($P < 0.05$);2 组患者 PD、SBI、PLI 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

2.4 2 组患者正畸美观度比较 2 组患者矫治完成即刻红/白色美学指数评分比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。随访结束后,2 组患者红/白色美学指数评分均明显高于矫治完成即刻,且优化组患者红/白色美学指数评分均明显高于传统组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 5。

表 2 2 组患者上颌尖牙三维向移动效率比较($\bar{x} \pm s$)

项目	时间	优化组($n=30$)	传统组($n=30$)	t	P
移动距离(mm)					
矢状向	矫治完成即刻	0.93±0.20	0.90±0.27	0.492	0.625
	随访结束后	1.11±0.21 ^a	1.06±0.24 ^a	0.934	0.354
横向	矫治完成即刻	0.37±0.07	0.34±0.14	0.982	0.330
	随访结束后	0.52±0.12 ^a	0.58±0.14 ^a	1.514	0.135
垂直向	矫治完成即刻	-0.28±0.06	-0.27±0.04	0.310	0.757
	随访结束后	-0.13±0.03 ^a	-0.15±0.04 ^a	1.841	0.071
控制力(°)					
轴倾	矫治完成即刻	1.21±0.32	1.23±0.39	0.189	0.851
	随访结束后	2.87±0.66 ^a	1.77±0.67 ^a	6.409	<0.001
转矩	矫治完成即刻	1.07±0.42	1.15±0.56	0.599	0.552
	随访结束后	2.41±0.47 ^a	1.51±0.44 ^a	7.699	<0.001
旋转	矫治完成即刻	0.36±0.13	0.35±0.11	0.550	0.581
	随访结束后	1.45±0.30 ^a	0.92±0.21 ^a	7.943	<0.001

注:与同组矫治完成即刻比较,^a $P < 0.05$ 。

表 32 组患者上颌第二前磨牙三维向移动效率比较($\bar{x} \pm s$)

项目	时间	优化组($n=30$)	传统组($n=30$)	t	P
移动距离(mm)					
矢状向	矫治完成即刻	0.87±0.27	0.86±0.25	0.107	0.915
	随访结束后	1.12±0.23 ^a	1.13±0.24 ^a	0.117	0.907
横向	矫治完成即刻	0.29±0.10	0.30±0.08	0.176	0.861
	随访结束后	0.52±0.11 ^a	0.51±0.11 ^a	0.353	0.725
垂直向	矫治完成即刻	-0.24±0.07	-0.24±0.07	0.070	0.945
	随访结束后	-0.12±0.03 ^a	-0.12±0.03 ^a	0.412	0.682
控制力(°)					
轴倾	矫治完成即刻	1.10±0.37	1.27±0.31	1.955	0.055
	随访结束后	2.74±0.82 ^a	1.64±0.61 ^a	5.876	<0.001
转矩	矫治完成即刻	1.14±0.38	1.12±0.46	0.244	0.808
	随访结束后	2.08±0.47 ^a	1.57±0.40 ^a	4.520	<0.001
旋转	矫治完成即刻	0.33±0.09	0.34±0.12	0.395	0.694
	随访结束后	1.43±0.27 ^a	1.03±0.25 ^a	5.856	<0.001

注：与同组矫治完成即刻比较，^a $P<0.05$ 。

表 42 组患者牙周健康指数比较($\bar{x} \pm s$)

项目	时间	优化组($n=30$)	传统组($n=30$)	t	P
PD(mm)	矫治完成即刻	2.69±0.62	2.74±0.57	0.312	0.756
	随访结束后	2.44±0.53 ^a	2.43±0.44 ^a	0.095	0.925
SBI	矫治完成即刻	0.66±0.21	0.74±0.25	1.414	0.163
	随访结束后	0.55±0.12 ^a	0.54±0.11 ^a	0.071	0.944
PLI	矫治完成即刻	1.42±0.39	1.44±0.45	0.226	0.822
	随访结束后	0.99±0.21 ^a	1.06±0.16 ^a	1.380	0.173

注：与同组矫治完成即刻比较，^a $P<0.05$ 。

表 52 组患者正畸美观度比较($\bar{x} \pm s$, 分)

项目	时间	优化组($n=30$)	传统组($n=30$)	t	P
红色美学指数评分	矫治完成即刻	4.09±0.64	5.04±0.41	1.300	0.199
	随访结束后	9.62±0.81 ^a	10.47±0.53 ^a	4.911	<0.001
白色美学指数评分	矫治完成即刻	4.28±0.51	5.16±0.33	1.267	0.210
	随访结束后	8.64±0.72 ^a	9.78±0.53 ^a	5.036	<0.001

注：与同组矫治完成即刻比较，^a $P<0.05$ 。

2.5 2 组患者并发症发生率比较 随访结束后,优化组患者口腔溃疡、龋齿、牙龈炎并发症发生率[分别为 6.67%(2/30)、3.33%(1/30)、3.33%(1/30)]与传统组[分别为 13.33%(4/30)、6.67%(2/30)、6.67%(2/30)]比较,差异均无统计学意义($\chi^2=0.185$ 、0.001、0.001, $P=0.667$ 、1.000、1.000)。

3 讨 论

作为一种新型正畸治疗形式,CA 技术已在全球范围内得到患者和医生的认可,且随着技术的不断探索和经验的积累,其适应证也越来越广泛。临床研究表明,CA 已成为有效扩弓的正畸工具,且对前牙的控制力一般好于后牙,对牙齿横向的控制力也相对强于

垂直向,最大限度地提高了基骨范围内的扩张效率,成为更多学者的研究重点^[6]。杨莹等^[7]提出,附件的可适性可在一定程度上提高上颌牙区的整体扩弓率,而不同的附件设计在牙齿运动效率方面存在差异。因尖牙、第二前磨牙是拔牙病例中牙齿移动的核心,该部分牙齿的控制效率直接关系到正畸效果,故本研究选择同一患者的尖牙、第二前磨牙作为研究对象。

根据牙齿的轴倾、旋转、转矩控制主要为牙齿的整体移动反映,即角度变化越大,移动效率越高^[8]。骆厚卓等^[9]研究显示,附件的辅助使用可将上颌磨牙三维向整体移动效率达到 88%;另一项关于 CA 附件疗效的回顾性研究表明,不同的附件所产生的牙齿移

动效率也各有差异,且优化控根附件在控制牙根方面较传统矩形附件好^[10]。本研究结果也显示,随访结束后,在上颌尖牙、第二前磨牙的牙齿角度变化中,优化组患者轴倾、旋转、转矩控制力均明显高于传统组,与上述研究结果基本相符。主要在于用于上颌磨牙移动的传统附件为矩形,其产生的倾斜运动稳定性较差,在一定程度上影响了牙齿旋转中心控制力;而优化附件多为三角形或不规则形,稳定性较强,可抵抗反作用力,以增强后牙支抗,防止近中移动,进而产生促使牙齿整体向前运动的力,并在牙齿移动过程中产生控根移动力,从而提高牙齿整体远端移动效率,实现更好的矫治效果。同时,与杨建浩等^[11]的研究不同的是,本研究在扩大样本量的基础上发现优化附件在改善患者正畸美观度方面也具有一定效果(优化组患者红/白色美学指数评分均高于传统组),这或许是本研究的另一大研究进展。另外,对于正畸治疗的患者来说,如何在前牙内收过程中保护后牙并控制前牙垂直位往往是正畸医生的关注焦点^[12]。本研究结果显示,2 组患者随访结束后上颌尖牙和第二前磨牙矢状向、横向、垂直向移动距离均较矫治完成即刻有所改善,但 2 组对比无差异。主要在于横向、垂直向等牙列距离的调整与上颌骨结构有关,主要依靠矫治器促进上颌基骨宽度发育,而附件主要起辅助固位作用,或许能在一定程度上调整前牙垂直距离,但其附件材料对上颌骨结构的调整作用不明显,故二者在随访结束后存在对比无差异的情况。

此外,据文献报道,正畸治疗中存在患者口腔微环境紊乱^[13]。而本研究结果显示,2 组患者 PD、SBI、PLI、并发症发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),可见不同附件对牙周健康的影响差异不大,且对并发症不会有显著影响。考虑可能原因在于:附件具有一定的辅助矫治作用,可部分错开畸形牙齿,增强不可见牙周间隙的显示,且本研究在进行 CA 治疗后重点关注了患者的口腔健康卫生,在一定程度上减少了 2 组患者因口腔健康维护不当对牙周健康的影响。

综上所述,相较于 CA 传统附件在正畸患者中的使用,优化附件对牙齿三维向移动效率的控制力更佳,可在一定程度上改善患者牙齿正畸美观度,且对牙周健康指数的影响相对较小,同时,在佩戴过程中未见严重并发症的发生,具有一定安全性。但本研究样本量相对较小,且观察时间相对较短,可能导致结果存在一定偏倚性,故尚需进一步探讨。

参考文献

[1] 李炎钊,李素梅,王淞,等. 无托槽隐形矫治器对

牙周炎引起前牙扇形移位的女性患者相关生活质量的影响研究[J]. 中国现代药物应用, 2020, 14(9):29-31.

[2] 向彪,王星星,杨颜菁,等. 无托槽隐形矫治器联合附件扭转下颌左侧第二前磨牙的三维有限元分析[J]. 口腔医学研究, 2022, 38(12):1192-1198.

[3] 雷泽华,杜庆玲,邹明媛,等. 隐形矫治中不同附件及位置矫治扭转尖牙的三维有限元分析[J]. 口腔医学, 2022, 42(5):451-455.

[4] 陈周艳,周容,何淞,等. 矩形附件厚度与位置变化对矫正尖牙扭转的影响[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(16):2513-2519.

[5] 张晓真,周国兴,戴文雍,等. 红、白美学评价 CAD/CAM 个性化基台与全瓷冠在前牙区的应用[J]. 口腔生物医学, 2013, 4(4):186-190.

[6] 刘玲霞. 无托槽隐形矫治器结合微种植钉远移上颌磨牙的生物力学研究[D]. 太原:山西医科大学, 2021.

[7] 杨莹,张笑榕,李星翰,等. 无托槽隐形矫治器扩展上颌牙弓时附件对牙齿整体移动影响的三维有限元分析[J]. 中国美容医学, 2022, 31(12):111-115.

[8] 李惠琴. 三维有限元法在无托槽隐形矫治中的研究进展[J]. 现代医药卫生, 2022, 38(4):619-623.

[9] 骆厚卓,郭涛,金作林,等. 无托槽隐形矫治技术中附件的设计及应用研究进展[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2022, 29(3):165-168.

[10] 向彪,徐逸晨,王梦含,等. 无托槽隐形矫治矩形附件对上颌磨牙远中移动力学影响的三维有限元分析[J]. 临床口腔医学杂志, 2021, 37(2):78-82.

[11] 杨建浩,廖慧明,赵丹,等. 隐形矫治配合Ⅱ类牵引时附件高度对尖牙稳定及矫治器贴合的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2021, 56(4):563-568.

[12] KARRAS T, SINGH M, KARKAZIS E, et al. Efficacy of invisalign attachments: A retrospective study[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2021, 160(2):250-258.

[13] 李佩,陈曦,林彤,等. 无托槽隐形矫治器对口腔微环境影响的相关性研究[J]. 口腔医学, 2020, 40(9):825-828.

(收稿日期:2024-01-29 修回日期:2024-03-26)