DOI:10.16016/j.2097-0927.202310079

无托槽隐形矫治器远移上下磨牙矫治恒牙早期牙列拥挤的疗效分析

何 森,林仰东,赵 博,郭咏娟 300192 天津,天津市第一中心医院口腔正畸科

[摘要] **目的** 评价无托槽隐形矫治器远移上下颌磨牙矫治恒牙早期牙列拥挤的临床效果。**方法** 选择恒牙早期安氏Ⅰ类中度拥挤病例36例,其中男性17例,女性19例,年龄(13.20±0.53)岁。采取无托槽隐形矫治器推上下颌磨牙向后获取间隙排齐整平牙列。测量治疗前后头颅侧位X线片,采用配对t检验比较治疗前后各项头影测量数值。**结果** 36例患者平均疗程为21.2个月。治疗后均获得良好的覆殆、覆盖及中性磨牙殆关系,上下颌牙列整齐,软组织侧貌得到维持。相关头影测量项目分析显示:治疗后Ptm-U6距减小(2.89±1.22)mm、Go-L6距减小(2.61±1.07)mm,差异均有统计学意义($P<0.01$),而UL-EP、LL-EP、NLA、FCA矫治前后差异均无统计学意义。**结论** 在治疗目标位设置合理以及良好的牙齿移动设计的情况下,无托槽隐形矫治器能有效远移上下磨牙获取间隙矫治恒牙早期中度拥挤病例,并维持了患者侧貌形态。

[关键词] 正畸;无托槽隐形矫治器;磨牙远移;支抗;头影测量
[中图法分类号] R195.1;R783.1;R783.5 [文献标志码] A

Efficacy of clear aligners in treating crowded dentition in early permanent teeth by moving the upper and lower molars far

HE Miao, LIN Yangdong, ZHAO Bo, GUO Yongjuan Department of Orthodontics, Tianjin First Central Hospital, Tianjin, 300192, China

[**Abstract**] **Objective** To evaluate the clinical efficacy of clear aligner for crowded dentition in early permanent teeth by moving the upper and lower molars far. **Methods** A total of 36 adolescent patients with Class Ⅰ Angle malocclusion admitted in our department from March 2017 to August 2023 were enrolled, and they were 17 males and 19 females, and at a mean age of 13.20±0.53 years. Clear aligner was applied to push the upper and lower molars backward to obtain a neat dentition. Lateral cephalometric X-ray film before and after treatment was measured, and paired t-test was used to compare the cephalometric measurements before and after treatment. **Results** The average course of treatment was 21.2 months. Overbite, overjet and molar relationship were turned to normal after treatment, and the soft tissue profile was maintained. Analysis of relevant cephalometric items showed that the Ptm-U6 distance was decreased by 2.89±1.22 mm, and the Go-L6 distance was decreased by 2.61±1.07 mm after treatment, with significant differences ($P<0.01$). While, there were no statistically differences in UL-EP, LL-EP, NLA and FCA before and after treatment. **Conclusion** With reasonable treatment target and good tooth movement design, clear aligner can effectively move the upper and lower molar distally to correct moderate dentition congestion in early permanent teeth, and meanwhile the patients' profile is maintained.

[**Key words**] corrective orthodontics; clear aligner; molar distalization; anchorage; cephalometric measurement

Corresponding author: HE Miao, E-mail: heliang20010411@163.com

[通信作者] 何 森,E-mail:heliang20010411@163.com

2097-0927/Copyright © 2024, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

相较于固定矫治器,无托槽隐形矫治器具有美观、舒适、卫生、更利于牙周健康等优点,受到广大患者的青睐。随着该技术的发展,其矫治范围不断地拓宽,目前已广泛应用于青少年错𬌗畸形的矫治[1-2]。推磨牙远移是临床上一种重要的获取间隙排齐牙齿的方式。无托槽隐形矫治器的优势之一便是推磨牙远移[3-7]。有关无托槽隐形矫治器远移磨牙疗效方面的研究,目前多集中于单颌推磨牙远移,而同时远移上下磨牙疗效方面的研究则少见报道。谢贤聚等[8]曾报道1例不借助种植钉,仅靠无托槽隐形矫治器远移上下磨牙矫治中度拥挤并维持了患者直面型的成功病例。临床上存在大量拒绝拔牙且侧貌形态较佳的青少年恒牙早期安氏Ⅰ类上下颌中度拥挤的病例,针对这类病例,则需同时远移上下磨牙获取间隙排齐牙齿,该类病例不能行颌间牵引加强支抗,常需借助种植钉支抗。种植钉能提供强支抗,但存在创伤、感染、松动脱落等风险,故临床上有部分患者拒绝种植钉支抗。若能仅靠无托槽隐形矫治器实现有效远移上下磨牙获取间隙矫治恒牙早期中度牙列拥挤,并维持侧貌形态,则使矫治更简单化、舒适化,患者体验感更佳,对临床有着积极的参考意义。本研究应用无托槽隐形矫治技术,远移上下磨牙获取间隙,矫治36例恒牙早期安氏Ⅰ类中度拥挤病例,通过头影测量分析患者软硬组织的改变,探讨其疗效,以期为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 对象

选取2017年3月至2023年8月在天津市第一中心医院口腔正畸科治疗结束的恒牙早期安氏Ⅰ类中度拥挤病例36例,其中男性17例,女性19例,年龄(13.20±0.53)岁,最大年龄14.8岁,最小年龄12.2岁。纳入标准:①恒牙𬌗,双侧磨牙中性关系,上下颌牙列均中度拥挤(拥挤度4~8 mm);②既往无正畸史,侧貌形态较佳;③第二磨牙已建𬌗,第三磨牙缺失或矫治前已拔除或牙根长度发育未超过1/3,上下颌第二磨牙远中牙槽骨丰满且矢状向长度足够;④口腔卫生状况良好,无龋齿及牙周病;⑤患者依从性好;⑥双侧颞下颌关节未闻及明显弹响和压痛。排除标准:①临床牙冠过短者;②磨牙、双尖牙及尖牙牙冠远中倾斜明显者。本研究通过天津市第一中心医院科技伦理委员会批准(20240122-1)。

1.2 方法

每名患者治疗前后1周拍摄头颅侧位X线片,使用angelalign头影测量分析软件,进行定点和测量。所有定点测量由1人在同1段时间内完成,所有项目测量3次,时间间隔为1周,取平均值。

观察指标:①骨性头影测量项目:SNA角(蝶鞍中心、鼻根点及上齿槽座点所构成的角),SNB角(蝶鞍中心、鼻根点及下齿槽座点所构成的角),ANB角(上齿槽座点、鼻根点与下齿槽座点构成的角),MP-SN角(下颌平面与前颅底平面交角),MP-FH角(下颌平面与眶耳平面交角);②牙性头影测量项目:U1-NA角(上中切牙长轴与鼻根点-上齿槽座点连线交角),L1-NB角(下中切牙长轴与鼻根点-下齿槽座点连线的交角),U1-L1角(上下中切牙长轴的交角),U1-NA距(上中切牙切缘到鼻根点-上齿槽座点连线的垂直距离),L1-NB距(下中切牙切缘到鼻根点-下齿槽座点连线的垂直距离),Overjet(覆盖,上下中切牙切缘向𬌗平面作垂线,两垂足之间距离),Overbite(覆𬌗,上下中切牙切缘向𬌗平面作垂线,两垂线距离之和);③软组织头影测量项目:UL-EP(上唇突点到审美平面的距离),LL-EP(下唇突点到审美平面的距离),FCA(面型角,额点与鼻下点连线和鼻下点与软组织颏前点连线的后交角),NLA(鼻唇角,鼻下点与鼻小柱点连线和鼻下点与上唇突点连线的前交角);④磨牙位置测量项目:Ptm-U6距(翼上颌裂点和上颌第一磨牙近中颊沟点在眶耳平面上垂足间的距离),Go-L6距(下颌角点和下颌第一磨牙近中颊沟点在下颌平面上垂足间的距离)。

磨牙远移量计算法:由于恒牙早期青少年患者上下颌骨长度仍在生长,且主要为磨牙区,为消除生长量对本研究磨牙远移的影响,治疗后Ptm-U6距、Go-L6距均为去除颌骨生长量后的数据。磨牙远移量计算法如下:①上颌磨牙远移量=治疗前Ptm-U6距-治疗后Ptm-U6距(去除颌骨生长量影响后的实际值),治疗后Ptm-U6距(去除颌骨生长量影响后的实际值)=治疗后Ptm-U6距-上颌骨基骨生长量,上颌基骨生长量=矫治后Ptm-A距-矫治前Ptm-A距,Ptm-A距为上颌骨基骨长度、翼上颌裂点和上齿槽座点在眶耳平面上垂足间的距离;②下颌磨牙远移量=治疗前Go-L6距-治疗后Go-L6距(去除颌骨生长量影响后的实际值),治疗后Go-L6距(去除颌骨生长量影响后的实际值)=治疗后Go-L6距-下颌体长度生长量,下颌体长度生长量=矫治后Go-Pog距-矫治前Go-Pog距,Go-Pog距为下颌体长度,下颌角点和颏前点在下颌平面上垂足间的距离。

1.3 矫治设计

所有患者采用美国隐适美隐形矫治器矫治,矫治器材料为SmartTrack。治疗目标位中,磨牙、双尖牙及

尖牙轴倾度均设计为适当远中倾斜。均采用改良式序列化远移磨牙(改良 V-pattern 模式)的方式远移上下颌磨牙获取间隙排齐上下牙列,具体移动方式为:矢状向上不破坏 V-pattern 模式远移磨牙的基础上,分步改变牙齿轴倾度,即当推第二磨牙远移时,同时较快速度改变第一磨牙轴倾度至最终矫治后轴倾度,以此类推,当推第一磨牙远移时,同时改变第二双尖牙轴倾度,当推第二双尖牙远移时,同时改变第一双尖牙轴倾度,当推第一双尖牙远移时,同时改变尖牙轴倾度。推磨牙远移过程中,分步图上最多同时移动 3 颗牙(图 1)。附件的设计均以水平和垂直矩形附件为主。为减小牙弓宽度变化对研究结果的影响,所有病例未作明显的扩弓设计。每天佩戴矫治器 20~22 h,每 7 天更换新矫治器。整个矫治过程都不借助种植钉和牵引等辅助支抗,仅靠无托槽隐形矫治器实现临床矫治。

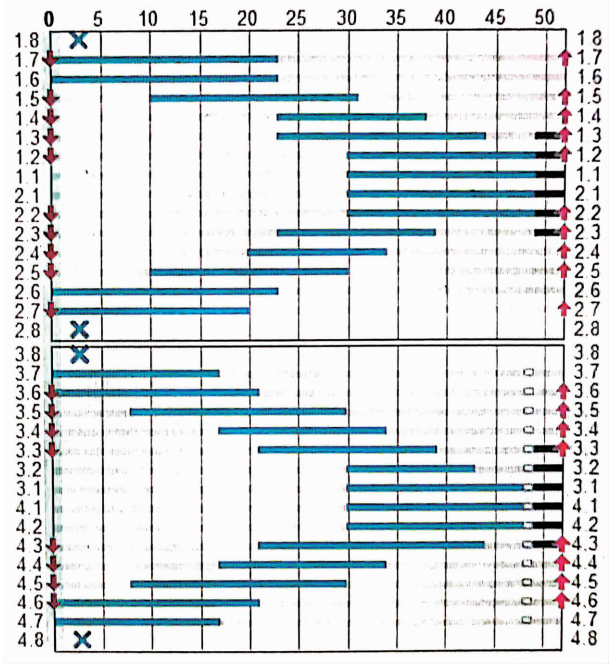


图 1 改良式序列化远移磨牙(改良 V-pattern 模式)牙齿移动分步图

1.4 统计学分析

使用 SPSS 23.0 统计学软件对数据进行统计学分析,矫治前后各测量项目数据均符合正态分布且方差齐性,用 $\bar{x}\pm s$ 表示,对矫治前后各头影测量结果进行配对 t 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 矫治前后骨性头影测量结果

36 例患者各骨性头影测量项目矫治前后差异均无统计学意义,见表 1。

2.2 矫治前后牙性头影测量结果

36 例患者治疗后除 L1-NB 角、L1-NB 距外,U1-NA 角、U1-L1 角、U1-NA 距、Overjet、Overbite 均较治疗前差异有统计学意义($P<0.01$),见表 2。

2.3 矫治前后软组织头影测量结果

36 例患者各软组织头影测量项目矫治前后差异均无统计学意义,见表 3。

2.4 矫治前后上下颌磨牙位置变化

36 例患者治疗后 Ptm-U6 距、Go-L6 距均变小,差异有统计学意义($P<0.01$),见表 4。

2.5 无托槽隐形矫治器远移上下磨牙矫治恒牙早期牙列拥挤的疗效

36 例患者经 12~26 个月(平均疗程 21.2 个月)治疗时间,均获得良好的覆𬌗、覆盖及磨牙中性𬌗关系,上下颌牙列整齐,侧貌外形亦得到维持。

典型病例:患者女性,14 岁,主诉牙列拥挤不齐。临床检查:面部左右基本对称,侧貌近直面型。上下颌牙列中度拥挤,前牙深覆𬌗、深覆盖,双侧磨牙中性关系(图 2)。佩戴 23 副矫治器后,上下颌磨牙实现有效远移获得排齐牙列所需间隙,侧貌外形亦得到维持(图 3)。经过 49 周的治疗时间,获得良好的覆𬌗、覆盖及磨牙中性𬌗关系,上下颌牙列整齐,侧貌外形得到维持(图 4)。治疗前后头影测量重叠图见图 5。矫治结束 1 年后复查,疗效稳定无复发(图 6)。

表 1 36 例恒牙早期牙列拥挤患者各骨性头影测量项目矫治前后的比较($\bar{x}\pm s$)

测量项目	治疗前	治疗后	治疗前后差值	t	P
SNA 角/°	83.06±3.78	83.00±4.32	0.07±0.81	0.326	0.749
SNB 角/°	78.43±2.58	78.69±3.34	−0.26±1.14	−0.923	0.370
ANB 角/°	4.64±2.08	4.31±2.26	0.33±0.69	1.889	0.078
MP-SN 角/°	33.16±3.47	32.44±4.49	0.72±1.77	1.619	0.126
MP-FH 角/°	26.50±2.85	26.17±3.37	0.34±1.27	1.060	0.306

表 2 36 例恒牙早期牙列拥挤患者各牙性头影测量项目矫治前后的比较($\bar{x}\pm s$)

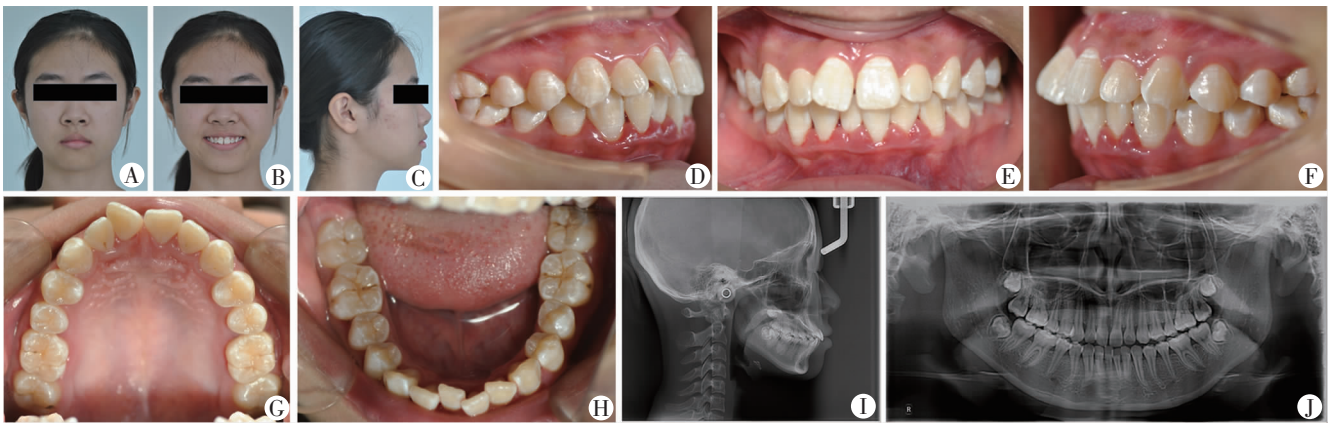
测量项目	治疗前	治疗后	治疗前后差值	t	P
U1-NA 角/°	28.70±6.66	21.51±5.25	7.19±4.28	6.722	<0.001
L1-NB 角/°	30.87±3.96	29.30±4.60	1.56±4.66	1.343	0.199
U1-L1 角/°	114.69±7.68	123.57±6.20	−8.88±7.49	−4.744	<0.001
U1-NA 距/mm	6.81±2.77	5.55±2.94	1.26±1.37	3.682	0.002
L1-NB 距/mm	8.22±2.25	8.52±1.81	−0.30±1.61	−0.743	0.469
Overjet/mm	5.37±1.83	3.04±0.66	2.32±1.64	5.662	<0.001
Overbite/mm	2.84±0.87	1.30±0.63	1.54±1.01	6.122	<0.001

表 3 36 例恒牙早期牙列拥挤患者各软组织头影测量项目矫治前后的比较($\bar{x}\pm s$)

测量项目	治疗前	治疗后	治疗前后差值	t	P
UL-EP/mm	1.69±1.07	1.50±0.75	0.20±1.05	0.747	0.467
LL-EP/mm	3.41±1.66	3.24±1.49	0.18±0.82	0.868	0.399
NLA/°	96.11±7.92	97.36±6.73	−1.24±2.80	−1.775	0.096
FCA/°	12.43±5.55	12.10±5.58	0.33±1.45	0.913	0.375

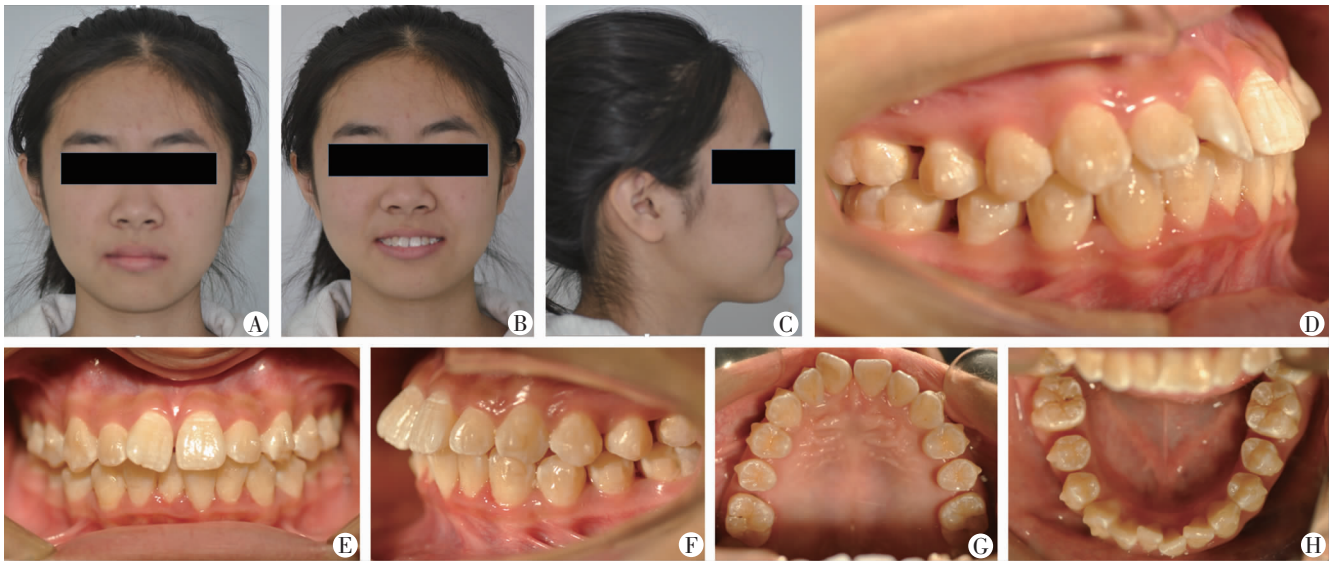
表 4 36 例恒牙早期牙列拥挤患者磨牙位置矫治前后的比较($\bar{x}\pm s$)

测量项目	治疗前	治疗后	治疗前后差值	t	P
PTM-U6 距/mm	19.06±3.18	16.17±3.89	2.89±1.22	9.483	<0.001
Go-L6 距/mm	42.02±4.02	39.41±3.99	2.61±1.07	9.777	<0.001



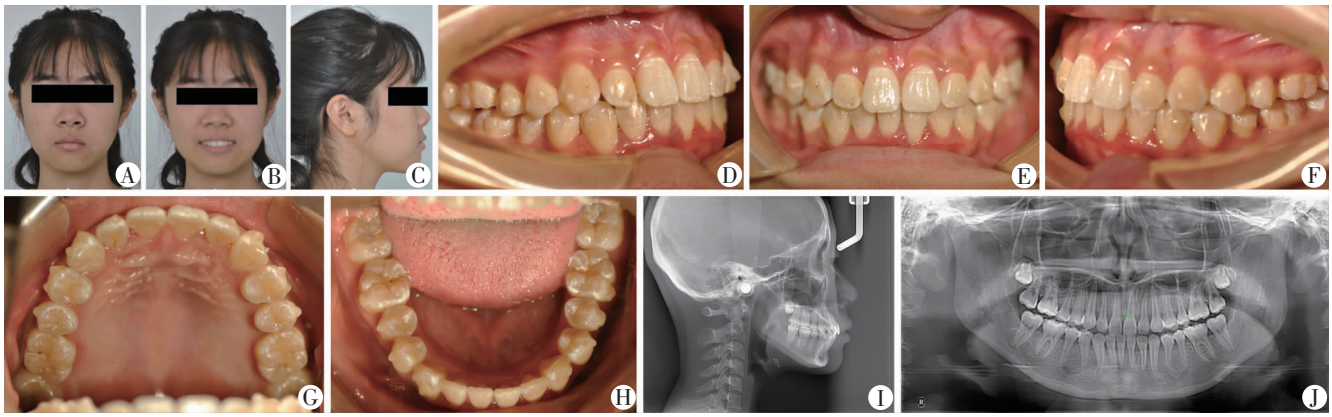
A:正面像;B:正面微笑像;C:侧面像;D:右侧𬌗像;E:正面𬌗像;F:左侧𬌗像;G:上颌𬌗面像;H:下颌𬌗面像;I:头颅侧位 X 线片;J:曲面体层 X 线片

图 2 治疗前面𬌗像及 X 线片表现



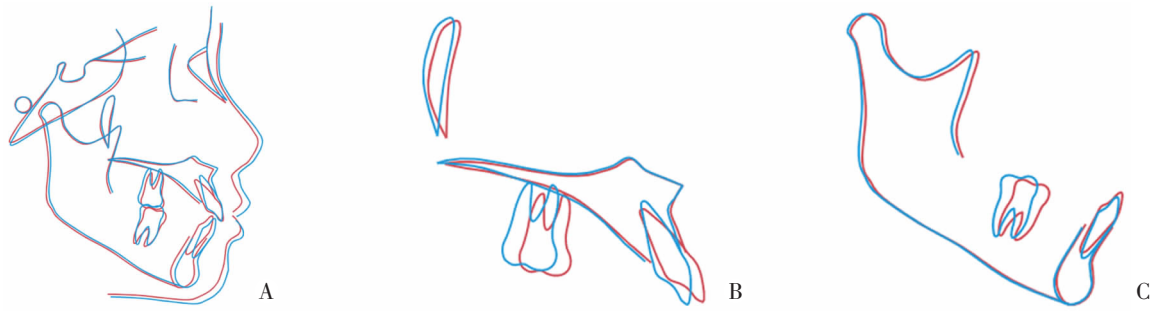
A:正面像;B:正面微笑像;C:侧面像;D:右侧𬌗像;E:正面𬌗像;F:左侧𬌗像;G:上颌𬌗面像;H:下颌𬌗面像

图 3 佩戴 23 副矫治器后面𬌗像观察



A:正面像;B:正面微笑像;C:侧面像;D:右侧𬌗像;E:正面𬌗像;F:左侧𬌗像;G:上颌𬌗面像;H:下颌𬌗面像;I:头颅侧位 X 线片;J:曲面体层 X 线片

图 4 治疗后面𬌗像及 X 线片表现



A:FH 平面重叠图;B:上颌腭平面重叠图;C:下颌平面重叠图 红色为治疗前,蓝色为治疗后

图 5 患者治疗前后头影测量重叠图



A:正面像;B:正面微笑像;C:侧面像;D:右侧殆像;E:正面殆像;F:左侧殆像;G:上颌殆面像;H:下颌殆面像

图 6 治疗结束 1 年后面殆像

3 讨论

3.1 无托槽隐形矫治器远移上下磨牙的疗效

相对于固定矫治器,推磨牙向后获取间隙排齐牙齿是无托槽隐形矫治器的一项非常明显的优势。隐形牙套通过完全包裹临床牙冠使其移动,表达效率高,更有利于磨牙远移[9-10]。多项研究均显示,无托槽隐形矫治器能有效推磨牙远移矫治错殆畸形[11-12]。任亚男等[13]研究发现,不借助种植钉和Ⅱ类颌间牵引,无托槽隐形矫治器远移上颌第二、第一磨牙的表达率分别为 86.20%和 74.70%。SIMON 等[14]报道,不配合Ⅱ类颌间牵引时,无托槽隐形矫治器远移上颌磨牙的表达率为 87.65%。吴冬雪等[15]研究发现不借助种植钉和Ⅲ类颌间牵引,无托槽隐形矫治器远移下颌第二、第一磨牙的表达率分别为 74%和 71%。这些研究均显示,仅靠无托槽隐形矫治器是能有效实现远移磨牙的。但这些研究均针对的是单颌推磨牙远移,本研究则对青少年恒牙早期,仅靠无托槽隐形矫治器同时远移上下磨牙疗效进行探讨。研究结果显示,治疗后 Ptm-U6 距减少(2.89±1.22)mm、Go-L6 距减小(2.61±1.07)mm,差异有统计学意义(P<0.01),显示无托槽隐形矫治器有效实现了同时远移上下颌磨牙。

完善合理的支抗设计是无托槽隐形矫治器远移磨牙矫治成功的关键[16]。本研究治疗目标位中,磨牙、双尖牙及尖牙轴倾度均设计为适当远中倾斜,附件的设计以水平和垂直矩形附件为主,并采取改良式序列化远移磨牙(改良 V-pattern 模式)方式推上下颌磨牙远移。分析其有效实现远移上下颌磨牙的原因如下:①推第二磨牙远移时,同时以较快速度改变第一磨牙轴倾度至最终矫治后偏远中倾斜的轴倾度。由于第二磨牙远移初期是远中直立,因此降低了对支抗的要求。当第一磨牙远中倾斜后,也增强了支抗推第二磨牙远移。以此类推也适用于其他牙齿。②本研究治疗目标位中,设计磨牙、双尖牙及尖牙轴倾度均适当远中倾斜。目标位中后牙均适当后倾,更容易实现磨牙、双尖牙远移,正如倾斜移动较整体移动更易实现。磨牙及双尖牙远移初期均为远中直立,故降低了对支抗的要求,也就降低了前牙唇倾的风险。另外,目标位后牙均较后倾(即后牙远移到位后均较后倾),具备远中备抗的作用,故内收前牙时能有效地加强后牙支抗防止出现不希望的磨牙前移。目标位尖牙牙冠稍偏远中倾斜,更利于内收前牙,类似差动、传动直丝弓矫治器内收前牙时,尖牙先倾斜移动关闭间隙后期再竖直,从而实现高效的牙齿移动[17]。③本研究中附件的设计以水平和垂直矩形附件为主,固位良好的矩形附件能将远移到位的后牙牢牢地固定在一起,起到类似固定矫治中后牙连续结扎加强支抗的作用,有效防止内收前牙时出现后牙前移。多项研究亦显示,矩形附件更利于实现磨牙远移[18-19]。

3.2 无托槽隐形矫治器远移上下磨牙引起的矢状向软硬组织变化

治疗前后 UL-EP、LL-EP、FCA、NLA 差异无统计学意义,显示矫治后患者侧貌软组织形态无明显变化。提示无托槽隐形矫治器在有效实现远移上下颌磨牙的

同时,也维持了患者的软组织侧貌形态。研究结果与谢贤聚等[8]的病例报告结果一致。本研究治疗后,L1-NB 角、L1-NB 距无明显变化,显示治疗后下前牙并没有出现明显近中移位。治疗后 U1-L1 角变大,显示上下中切牙相对突度得到改善。治疗后 U1-NA 角、U1-NA 距均变小,显示上中切牙倾斜度和突度得到改善。多项研究亦显示,无托槽隐形矫治器在远移上颌磨牙成功矫治Ⅱ类错𬌗的同时,上切牙倾斜度得到显著降低,与本研究结果一致[20-21]。

3.3 无托槽隐形矫治器远移上下磨牙引起的垂直方向变化

本研究中,治疗后 MP-SN、MP-FH 均有所变小,差异无统计学意义,提示无托槽隐形矫治器远移上下颌磨牙并不会引起下颌平面角变大。RAVERA 等[20]研究发现,无托槽隐形矫治器推磨牙远移并不会引起下颌平面角的明显变化。CARUSO 等[21]通过研究亦发现,无托槽隐形矫治器远移磨牙,磨牙出现了显著压低,不会引起下颌平面角及面高的明显变化。这与本研究的结果一致,分析其原因,无托槽隐形矫治器膜片厚度 0.75 mm,上下颌加起来有 1.5 mm 厚,类似颌垫有压低后牙的作用,后牙区较大咬𬌗力也会引起后牙的压低。

本研究仍存在以下不足之处:①样本量较小,后续将增加病例数进一步验证;②远期疗效的稳定性方面还需临床进一步验证。③本研究样本均为青少年恒牙早期患者,青少年恒牙早期患者牙槽骨疏松,远移磨牙效果好,而成人患者牙槽骨更致密,能否仅靠无托槽隐形矫治器实现远移上下颌磨牙,还需临床进一步研究探讨。

综上所述,本研究发现,在治疗目标位设置合理以及良好的牙齿移动设计的情况下,无托槽隐形矫治器能有效远移上下颌磨牙获取间隙矫治恒牙早期安氏Ⅰ类中度拥挤病例,并维持了患者侧貌形态。

参考文献:

[1] BORDA A F, GARFINKLE J S, COVELL D A, *et al*. Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in a teenage population with mild malocclusions[J]. Angle Orthod, 2020, 90(4): 485-490. DOI: 10.2319/122919-844.1.

[2] CHOU B, NICKEL J C, CHOI D, *et al*. Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in adolescents with moderate to severe malocclusions[J]. Angle Orthod, 2023, 93(6): 644-651. DOI: 10.2319/020923-94.1.

[3] AL-THOMALI Y, BASHA S, MOHAMED R N. Pendulum and modified pendulum appliances for maxillary molar distalization in Class Ⅱ malocclusion—a systematic review[J]. Acta Odontol Scand, 2017, 75(6): 394-401. DOI: 10.1080/00016357.2017.1324636.

[4] 石鑫, 毛靖, 刘燕. 无托槽隐形矫治技术远移磨牙的临床疗效和影响因素[J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(7): 762-768. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210907-00399.
SHI X, MAO J, LIU Y. Clinical efficacy and influencing factors of molar distalization with clear aligner[J]. Chin J Stomatol, 2022, 57(7): 762-768. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210907-00399.

[5] 雷鹤, 陶洪, 罗晶, 等. 不同Ⅱ类牵引模式对无托槽隐形矫治磨牙远移作用的比较:三维有限元研究[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2021, 28(3): 152-156. DOI: 10.3760/cma.j.cn115797-20201217-21307.
LEI H, TAO H, LUO J, *et al*. Comparison of the effects of two types of class Ⅱ elastics on the molar distalization with clear aligners: a three-dimensional finite element research[J]. Chin J Orthod, 2021, 28(3): 152-156. DOI: 10.3760/cma.j.cn115797-20201217-21307.

[6] 赖文莉. 无托槽隐形矫治技术推磨牙向后的临床应用策略[J]. 国际口腔医学杂志, 2019, 46(4): 373-382. DOI: 10.7518/gjkq.2019069.
LAI W L. Molar distalisation by using clear aligner treatment[J]. Int J Stomatol, 2019, 46(4): 373-382. DOI: 10.7518/gjkq.2019069.

[7] 中华口腔医学会口腔正畸专业委员会. 口腔正畸无托槽隐形矫治技术指南(2021 版)[J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(10): 983-988. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210709-00322.
Society of Orthodontics of Chinese Stomatological Association. Guidelines for clear aligner orthodontic treatment (2021)[J]. Chin J Stomatol, 2021, 56(10): 983-988. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210709-00322.

[8] 谢贤聚, 曹丽, 韩彦峰, 等. 无托槽隐形矫治技术远中移动上下磨牙一例[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(9): 557-559. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.09.009.
XIE X J, CAO L, HAN Y F, *et al*. Molar distalization with clear aligner: a case report[J]. Chin J Stomatol, 2017, 52(9): 557-559. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.09.009.

[9] DAI F F, XU T M, SHU G. Comparison of achieved and predicted crown movement in adults after 4 first premolar extraction treatment with Invisalign[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2021, 160(6): 805-813. DOI: 10.

1016/j.ajodo.2020.06.041.

[10] CHARALAMPAKIS O, ILIADI A, UENO H, *et al*. Accuracy of clear aligners: a retrospective study of patients who needed refinement [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2018, 154(1): 47-54. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.11.028.

[11] LOMBARDO L, COLONNA A, CARLUCCI A, *et al*. Class II subdivision correction with clear aligners using intermaxilary elastics[J]. Prog Orthod, 2018, 19(1): 32. DOI: 10.1186/s40510-018-0221-5.

[12] JIANG T, WANG J K, JIANG Y Y, *et al*. How well do integrated 3D models predict alveolar defects after treatment with clear aligners? [J]. Angle Orthod, 2021, 91(3): 313-319. DOI: 10.2319/042220-342.1.

[13] 任亚男, 宋保龙, 封颖丽, 等. 无托槽隐形矫治器结合微种植体支抗远移上颌磨牙效率的三维重叠研究[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2018, 25(2): 92-97. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5760.2018.02.008.
REN Y N, SONG B L, FENG Y L, *et al*. Three-dimensional model superimposition study on efficiency of molar distalization by using removable clear appliance combined with micro-implant anchorage[J]. Chin J Orthod, 2018, 25(2): 92-97. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5760.2018.02.008.

[14] SIMON M, KEILIG L, SCHWARZE J, *et al*. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique: regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization [J]. BMC Oral Health, 2014, 14: 68. DOI: 10.1186/1472-6831-14-68.

[15] 吴冬雪, 赵云山, 马萌, 等. 无托槽隐形矫治器远移下颌磨牙的疗效[J]. 中南大学学报(医学版), 2021, 46(10): 1114-1121. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200391.
WU D X, ZHAO Y S, MA M, *et al*. Efficacy of mandibular molar distalization by clear aligner treatment [J]. J Cent South Univ Med Sci, 2021, 46(10): 1114-1121. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200391.

[16] 顾泽旭. 无托槽隐形矫治的支抗控制及临床策略[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(8): 531-535. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20200513-00263.
GU Z X. Clear aligner therapy: anchorage management and clinical strategies[J]. Chin J Stomatol, 2020, 55(8): 531-535. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20200513-00263.

[17] 程锋, 简志杉, 朱莹, 等. 传动直丝弓技术矫正骨性Ⅲ类错(殆)的疗效分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(3): 301-307. DOI: 10.7518/hxkq.2020.03.013.
CHENG F, JIAN Z S, ZHU Y, *et al*. Therapeutic effect analysis of skeletal class Ⅲ malocclusion treatment by transmission straight wire technique [J]. West China J Stomatol, 2020, 38(3): 301-307. DOI: 10.7518/hxkq.2020.03.013.

[18] GARINO F, CASTROFLORIO T, DAHER S, *et al*. Effectiveness of composite attachments in controlling upper-molar movement with aligners[J]. J Clin Orthod, 2016, 50(6): 341-347.

[19] AYIDAGA C, KAMILOGLU B. Effects of variable composite attachment shapes in controlling upper molar distalization with aligners: a nonlinear finite element study [J]. J Healthc Eng, 2021, 2021: 5557483. DOI: 10.1155/2021/5557483.

[20] RAVERA S, CASTROFLORIO T, GARINO F, *et al*. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study[J]. Prog Orthod, 2016, 17: 12. DOI: 10.1186/s40510-016-0126-0.

[21] CARUSO S, NOTA A, EHSANI S, *et al*. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study [J]. BMC Oral Health, 2019, 19(1): 182. DOI: 10.1186/s12903-019-0880-8.

(**收稿**:2023-10-20;**修回**:2024-02-29)

(编辑 张 维)