

## 生长发育高峰后期骨性Ⅲ类错殆畸形患者上颌前方牵引的疗效分析

李帅臣<sup>1,2</sup>, 霍娜<sup>1</sup>, 周孙欣<sup>1,2</sup>, 李红坤<sup>1,2</sup>, 王恒心<sup>1,2</sup>, 许诺<sup>1,2</sup>, 蔡川<sup>1</sup>, 张彤<sup>1</sup>

<sup>1</sup>解放军总医院第一医学中心口腔科, 北京 100853; <sup>2</sup>解放军医学院, 北京 100853

**摘要:** **背景** 对于上颌骨发育不足的骨性Ⅲ类错殆畸形患者, 临床上可采用上颌前方牵引进行矫形治疗, 但这种方法对于生长发育高峰后期患者的疗效存在争议。**目的** 测量生长发育高峰后期骨性Ⅲ类错殆畸形患者上颌前方牵引治疗前后的面部硬组织, 分析前方牵引的疗效。**方法** 选取2017—2023年于解放军总医院第一医学中心口腔正畸科就诊的生长发育高峰后期(颈椎骨龄分期CVM V~VI期)骨性Ⅲ类错殆畸形患者, 使用殆垫式口内矫治器配合口外双杆式上颌前方牵引器进行治疗。治疗前后分别拍摄头颅侧位片, 测量分析面部骨性和牙性指标。**结果** 共纳入患者31例, 其中男性19例, 女性12例, 平均年龄(12.7±1.1)岁, 平均疗程(8.4±1.9)个月。前方牵引治疗前后, 上颌骨矢状向位置指标蝶鞍点-鼻根点-上牙槽座点角(SNA)增加 $2.66^\circ \pm 1.29^\circ (P < 0.001)$ , 上牙槽座点至垂直参照轴的距离(ss/OLP)增加(3.70±1.95) mm ( $P < 0.001$ ), 眶下点至垂直参照轴的距离(Or/OLP)增加(1.44±1.94) mm ( $P < 0.001$ ), 翼上颌裂点至垂直参照轴的距离(Ptm/OLP)增加(0.83±1.49) mm ( $P = 0.004$ ); 上前牙倾斜度平均增加 $1.16^\circ$ ; 下前牙倾斜度减小 $0.75^\circ \pm 4.83^\circ (P = 0.397)$ 。**结论** 应用殆垫式口内矫治器配合口外双杆式上颌前方牵引器, 能有效刺激生长发育高峰后期骨性Ⅲ类错殆畸形患者上颌骨的前移, 较好地控制了上前牙唇倾和下前牙舌倾。

**关键词:** 上颌骨; 前方牵引; 骨性Ⅲ类错殆畸形; 生长发育高峰后期; 头影测量; 口腔矫形

中图分类号: R783.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2025)04-0401-06

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.24041101

**引用本文:** 李帅臣, 霍娜, 周孙欣, 等. 生长发育高峰后期骨性Ⅲ类错殆畸形患者上颌前方牵引的疗效分析 [J]. 解放军医学院学报, 2025, 46 (4): 401-406.

## Effect of maxillary protraction on skeletal class III malocclusion patients at later period of pubertal peak

LI Shuaichen<sup>1,2</sup>, HUO Na<sup>1</sup>, ZHOU Sunxin<sup>1,2</sup>, LI Hongkun<sup>1,2</sup>, WANG Hengxin<sup>1,2</sup>, XU Nuo<sup>1,2</sup>, CAI Chuan<sup>1</sup>, ZHANG Tong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Stomatology, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>2</sup>Chinese PLA Medical School, Beijing 100853, China

Corresponding author: ZHANG Tong. Email: kqzhengji301@163.com

**Abstract: Background** For patients with skeletal class III malocclusion due to underdevelopment of maxilla, orthodontic treatment can be achieved through maxillary protraction in clinical practice, but its efficacy for patients at later period of pubertal peak is controversial. **Objective** To measure the changes of facial hard tissues before and after maxillary protraction in patients with skeletal class III malocclusion at later period of pubertal peak and analyze the efficacy of the protraction. **Methods** Patients with skeletal class III malocclusion at later period of pubertal peak (CVM V-VI stage) who visited the Department of Orthodontics, the First Medical Center of PLA General Hospital from 2017 to 2023 were treated with a pad intraoral appliance and an extraoral double-rod maxillary anterior distractor. Before and after treatment, lateral cephalometric radiographs were taken to measure and analyze the changes of facialbone and dental indices. **Results** A total of 31 patients, 19 males and 12 females, with an average age of (12.7±1.1) years and an average treatment course of (8.4±1.9) months, were included in this study. After maxillary protraction treatment, the sagittal position indices of maxilla, SNA increased by  $2.66^\circ \pm 1.29^\circ (P < 0.001)$ , ss/OLP increased by (3.70±1.95) mm ( $P < 0.001$ ), Or/OLP increased by (1.44±1.94) mm ( $P < 0.001$ ), and Ptm/OLP increased by (0.83±1.49) mm ( $P = 0.004$ ). The inclination of upper anterior teeth (U1-SN) increased by an average of  $1.16^\circ$ . The inclination of lower anterior teeth (IMPA) decreased by  $0.75^\circ \pm 4.83^\circ (P = 0.397)$ . **Conclusion** The application of the pad intraoral appliance combined with extraoral double-rod maxillary anterior distractor can effectively promote maxillary advancement of patients with skeletal class III malocclusion at later period of pubertal peak, and control the lip inclination of upper anterior teeth and the tongue inclination of lower anterior teeth well.

**Keywords:** maxilla; maxillary protraction; skeletal class III malocclusion; later period of pubertal peak; cephalometric measurement; oral orthopedics

收稿日期: 2024-04-11

基金项目: 省部级课题

第一作者: 李帅臣, 在读硕士, 医师. Email: 879867086@qq.com

通信作者: 张彤, 博士, 主任医师. Email: kqzhengji301@163.com

**Cited as:** Li SHCH, Huo N, Zhou SX, et al. Effect of maxillary protraction on skeletal class III malocclusion patients at later period of pubertal peak[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2025, 46(4): 401-406.

骨性Ⅲ类错殆畸形在临床上较为常见,多表现为面中部凹陷、前牙反殆、磨牙近中关系等,且面部畸形程度往往随年龄增长而加重,影响患者侧貌美观以及咀嚼和言语功能,不利于身心健康<sup>[1-3]</sup>。从病因分析,上颌骨发育不足是引起骨性Ⅲ类错殆畸形的重要因素,也是临床矫治的重点和难点<sup>[4-5]</sup>。以往研究表明,对于骨性Ⅲ类错殆畸形患者,在生长发育高峰期前1~2年,上颌前方牵引治疗能有效前移上颌骨,改善面中部低平和上下颌骨矢状向位置关系;而在生长发育高峰后期,此方法的临床有效性一直存在争议,多数研究认为该时期的治疗实质上是引起了牙及牙槽骨的改变,对于骨缝的生长作用十分有限<sup>[6-7]</sup>。因此本研究选取生长发育高峰后期(颈椎骨龄分期CVM V~VI期)骨性Ⅲ类错殆畸形患者,采用殆垫式口内矫治器配合口外双杆式上颌前方牵引器进行治疗,测量牵引前后面部骨性和牙性指标的变化,分析上颌前方牵引的硬组织疗效,以期为此类患者上颌骨矢状向的非手术治疗提供临床依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选取2017—2023年于解放军总医院第一医学中心口腔正畸科就诊的骨性Ⅲ类错殆畸形患者,使用殆垫式口内矫治器配合口外双杆式上颌前方牵引器进行治疗。纳入标准:(1)处于生长发育高峰后期,颈椎骨龄分期(cervical vertebral maturation method, CVM) V~VI期;(2)骨性Ⅲ类错殆畸形,凹面型,前牙反殆或对刃殆,ANB(上牙槽座点-鼻根点-下牙槽座点角) $<0^\circ$ , Wits值(上牙槽座点与下牙槽座点的水平距离) $<-3.5$  mm。排除标准:(1)有功能矫形史或正畸治疗史;(2)有颌面部创伤或手术史;(3)有唇腭裂等其他颌面部畸形。本项研究经解放军总医院医学伦理委员会审查批准(批准号:S2024-269-01)。

### 1.2 治疗方法

上颌前方牵引治疗的口内装置为可摘殆垫式矫治器(已于2023年6月获授实用新型专利,图1)。其基托包绕上颌全部牙齿、双侧上颌结节及腭侧黏膜;颊侧后牙区延伸至距前庭沟底2~3 mm,前牙区包绕切缘至牙冠切1/3;殆面为上颌全牙列平面

式殆垫。双侧前方牵引拉钩从尖牙远中腭侧弯至尖牙近中唇侧,钩型近似反“S”形。口外装置为双杆式上颌前方牵引器,牵引方向与功能殆平面呈前下 $25^\circ\sim 35^\circ$ ,每侧力值350~500 g,每天连续佩戴的时间 $\geq 12$  h。所有患者牵引疗程均 $>6$ 个月。



A: 正面像; B: 侧面像; C: 殆面像。

图1 可摘殆垫式前方牵引矫治器

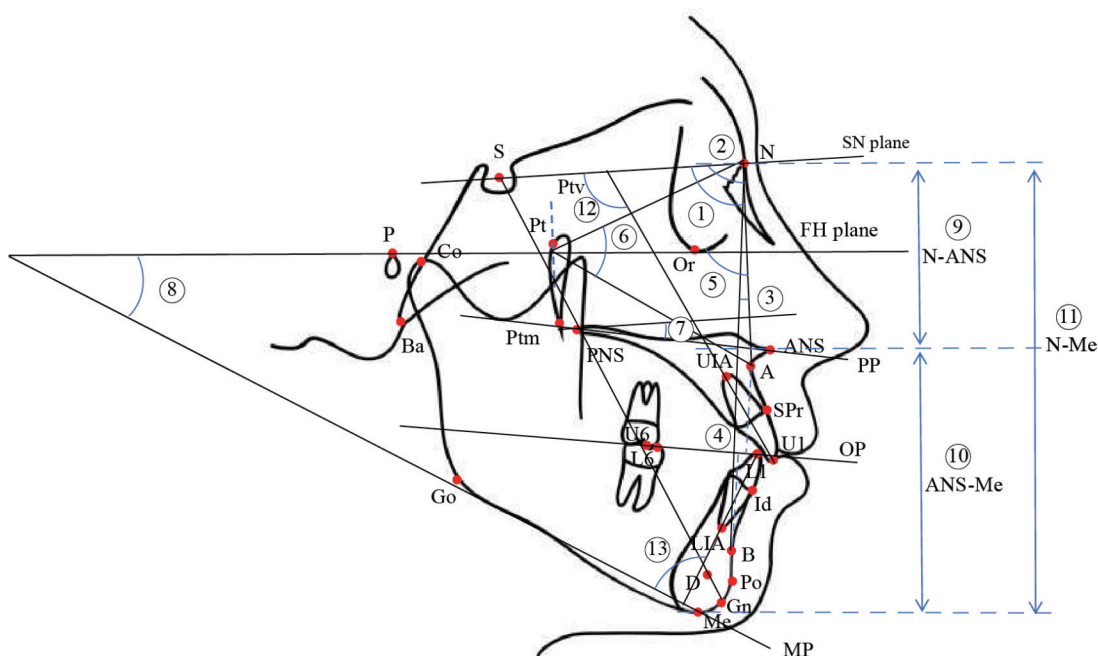
Fig. 1 Removable pad maxillary protraction appliance

### 1.3 头影测量分析

所有患者分别在前方牵引治疗前(T1)和治疗后(T2)1个月内拍摄头颅侧位片,并导入 Dolphin Imaging 11.8头影测量软件进行头影测量分析。头影测量指标包括蝶鞍点-鼻根点-上牙槽座点角(SNA)、蝶鞍点-鼻根点-下牙槽座点角(SNB)、ANB、Wits值、眶耳平面与鼻根点和上牙槽座点连线相交的下内角(FH-NA)、鼻根点-CF点(眶耳平面与Ptv的交点)-上牙槽座点角(N-CF-A)、腭平面与前颅底平面的交角(PP-SN)、眶耳平面与下颌平面的交角(FMA)、上面高/全面高(N-ANS/N-Me)、下面高/全面高(ANS-Me/N-Me)、上中切牙长轴与前颅底平面相交的下内角(U1-SN)、下中切牙长轴与下颌平面相交的上内角(IMPA)(图2)。根据 Pancherz 分析法<sup>[8]</sup>,以治疗前殆平面OL(定义为过上颌中切牙切缘点和第一磨牙远颊尖的直线)为水平参照轴,过S点作OL的垂线OLP为垂直参照轴,以S点为重叠点,SN平面为重叠平面,将治疗前的OL/OLP坐标系转移至治疗后(图3)。过上牙槽座点ss、上中切牙切缘点is、上颌第一恒磨牙近中触点ms、眶下点Or、翼上颌裂点Ptm做OLP的垂线,各点到垂足的距离分别记为ss/OLP、is/OLP、ms/OLP、Or/OLP、Ptm/OLP(图4)。为减少误差,本研究中所有头颅侧位片均由口腔放射科同一主管技师拍摄,所有定点和测量均由同一口腔正畸科副主任医师完成,并在1周和2周后分别再次测量,结果取前后3次测量的均值。

### 1.4 治疗前后指标变化的定义

将T2期数据减去T1期数据得到的差值定义为d,以此来表示治疗前后各指标的变化。



①SNA; ②SNB; ③ANB; ④Wits值; ⑤FH-NA; ⑥N-CF-A; ⑦PP-SN; ⑧FMA; ⑨N-ANS; ⑩ANS-Me; ⑪N-Me; ⑫U1-SN; ⑬IMPA。

图2 头影测量标志点及测量指标

Fig. 2 Cephalometric measurement markers and indices

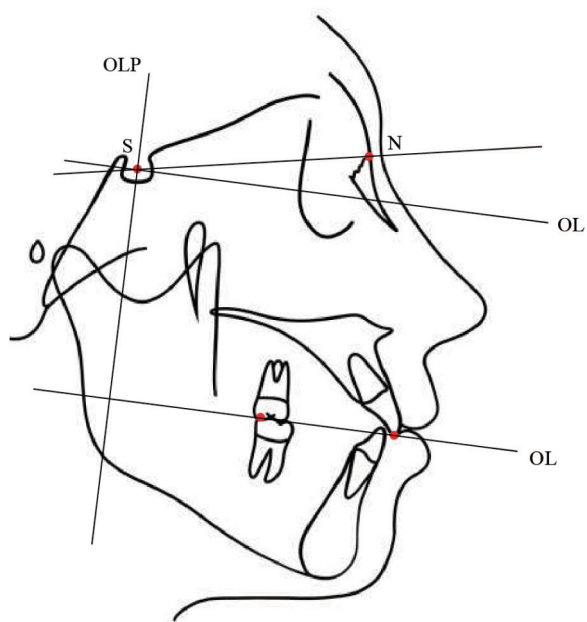
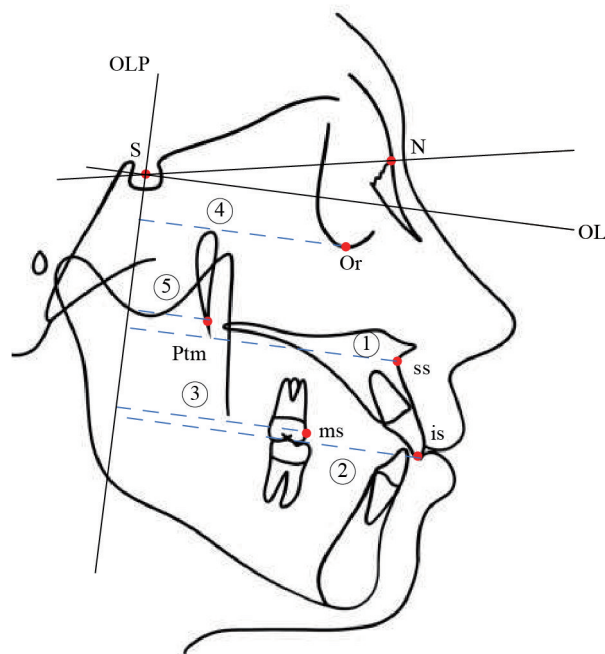


图3 OL/OLP坐标系的建立

Fig. 3 Establishment of OL/OLP coordinate system



①ss/OLP; ②is/OLP; ③ms/OLP; ④Or/OLP; ⑤Ptm/OLP。

图4 Pancherz分析法标志点及测量指标

Fig. 4 Pancherz analysis markers and indices

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。对于患者治疗前后测量指标的比较,前后数据均呈正态分布时,采用配对t检验;不呈正态分布时,采用Wilcoxon符号秩检验。对于不同测量指标变化间的比较采用单因素方差分析,事后比较采用

Bonferroni法。双侧检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

本研究共纳入患者31例,其中男性19例,女性12例,平均年龄(12.7±1.1)岁,平均疗程(8.4±1.9)个月。

## 2.1 治疗前后颌骨和牙常规头影测量指标变化

前方牵引治疗后, 上颌骨矢状向相关指标 SNA 增加  $2.66^\circ \pm 1.29^\circ$  ( $P < 0.001$ ), FH-NA 增加  $3.09^\circ \pm 2.83^\circ$  ( $P < 0.001$ ); 垂直向相关指标 N-CF-A、PP-SN 减小, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。下颌骨相关指标 SNB、FMA 的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。下面高占全面高比例 (ANS-Me/N-Me) 的增加有统计学差异 ( $P < 0.01$ )。上下颌骨矢状向关系相关指标 ANB 增加  $3.08^\circ \pm 1.33^\circ$  ( $P < 0.001$ ), Wits 值增加 ( $3.45 \pm 1.95$ ) mm ( $P < 0.001$ )。U1-SN 平均增加  $1.16^\circ$ ; IMPA 减小, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

## 2.2 治疗前后 OL/OLP 坐标系下颌骨和牙头影测量指标变化

表 2 显示, 前方牵引治疗后, ss/OLP、is/OLP、ms/OLP、Or/OLP、Ptm/OLP 分别增加 ( $3.70 \pm 1.95$ ) mm、( $3.24 \pm 2.10$ ) mm、( $3.54 \pm 2.68$ ) mm、( $1.44 \pm 1.94$ ) mm、( $0.83 \pm 1.49$ ) mm, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。其中, ss/OLP 的增加量大于 Or/OLP 的增加量, 也大于 Ptm/OLP 的增加量 ( $P < 0.05$ ) (表 3); ss/OLP、is/OLP、ms/OLP 三者的增加量之间无统计学差异 ( $P > 0.05$ ) (表 4)。

表 1 31 例骨性 III 类错殆畸形患者前方牵引治疗前后头影测量指标变化 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 1 Changes in cephalometric measurement indices before and after maxillary protraction in 31 patients with skeletal class III malocclusion ( $\bar{x} \pm s$ )

测量指标	T1	T2	d	P 值
SNA/ $^\circ$	78.15 $\pm$ 3.28	80.81 $\pm$ 3.19	2.66 $\pm$ 1.29	<0.001
SNB/ $^\circ$	79.76 $\pm$ 3.43	79.36 $\pm$ 3.15	-0.41 $\pm$ 1.30	0.091
ANB/ $^\circ$	-1.62 $\pm$ 1.89	1.47 $\pm$ 1.93	3.08 $\pm$ 1.33	<0.001
Wits/mm	-7.68 $\pm$ 3.07	-4.23 $\pm$ 3.15	3.45 $\pm$ 1.95	<0.001
FH-NA/ $^\circ$	86.90 $\pm$ 3.49	89.99 $\pm$ 3.36	3.09 $\pm$ 2.83	<0.001
N-CF-A/ $^\circ$	67.00 $\pm$ 4.53	66.48 $\pm$ 4.15	-0.52 $\pm$ 2.38	0.232
PP-SN/ $^\circ$	9.94 $\pm$ 3.59	9.28 $\pm$ 3.85	-0.65 $\pm$ 2.20	0.108
FMA/ $^\circ$	30.22 $\pm$ 6.66	30.99 $\pm$ 6.77	0.78 $\pm$ 3.06	0.167
N-ANS/N-Me/%	45.26 $\pm$ 1.92	44.63 $\pm$ 1.90	-0.64 $\pm$ 1.02	0.002
ANS-Me/N-Me/%	54.74 $\pm$ 1.92	55.37 $\pm$ 1.90	0.64 $\pm$ 1.02	0.002
U1-SN/ $^\circ$	109.89 $\pm$ 7.00	111.05 $\pm$ 6.58	1.16 $\pm$ 2.59	0.019
IMPA/ $^\circ$	85.11 $\pm$ 7.05	84.37 $\pm$ 7.71	-0.75 $\pm$ 4.83	0.397

## 3 讨论

上颌前方牵引对于生长发育高峰前期患者的有效性已被充分证明, 但对于需要改善上颌骨发育不足的生长发育高峰后期患者进行非手术上颌

表 2 31 例骨性 III 类错殆畸形患者前方牵引治疗前后 OL/OLP 坐标系下头影测量指标变化 (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 2 Changes in cephalometric measurement indices under OL/OLP coordinate system before and after maxillary protraction in 31 patients with skeletal class III malocclusion (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

测量指标	T1	T2	d	P 值
ss/OLP	66.14 $\pm$ 4.14	69.84 $\pm$ 4.30	3.70 $\pm$ 1.95	<0.001
is/OLP	78.97 $\pm$ 4.39	82.21 $\pm$ 4.71	3.24 $\pm$ 2.10	<0.001
ms/OLP	50.69 $\pm$ 5.18	54.24 $\pm$ 4.99	3.54 $\pm$ 2.68	<0.001
Or/OLP	52.72 $\pm$ 2.90	54.16 $\pm$ 3.12	1.44 $\pm$ 1.94	<0.001
Ptm/OLP	23.16 $\pm$ 3.08	23.99 $\pm$ 3.46	0.83 $\pm$ 1.49	0.004

表 3 31 例骨性 III 类错殆畸形患者前方牵引治疗前后 OL/OLP 坐标系下上颌骨不同位置矢状向前移量比较 (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 3 Comparison between sagittal forward displacements of the maxilla at different positions under OL/OLP coordinate system before and after maxillary protraction in 31 patients with skeletal class III malocclusion (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

项目	d (ss/OLP)	d (Or/OLP)	d (Ptm/OLP)	F 值	P 值
数值	3.70 $\pm$ 1.95	1.44 $\pm$ 1.94	0.83 $\pm$ 1.49	21.80	<0.001

表 4 31 例骨性 III 类错殆畸形患者前方牵引治疗前后 OL/OLP 坐标系下上颌骨和牙矢状向前移量比较 (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 4 Comparison between maxillary and tooth sagittal forward displacements under OL/OLP coordinate system before and after maxillary protraction in 31 patients with skeletal class III malocclusion (mm,  $\bar{x} \pm s$ )

项目	d (ss/OLP)	d (is/OLP)	d (ms/OLP)	F 值	P 值
数值	3.70 $\pm$ 1.95	3.24 $\pm$ 2.10	3.54 $\pm$ 2.68	0.341	0.712

前方牵引治疗是否能够产生骨性效应一直存在争议<sup>[9-10]</sup>。本研究通过头影测量分析初步表明, 上颌前方牵引可促进生长发育高峰后期患者上颌骨向前增长, 改善面中部低平, 且牵引装置能限制上前牙唇倾和下前牙舌倾。

### 3.1 头影测量分析方法的选取

上颌前方牵引的治疗目标是促进上颌骨矢状向的生长移动, 这也是骨性 III 类错殆畸形非手术矫形治疗的关键<sup>[8]</sup>。本研究使用 Pancherz 分析法, 建立 OL/OLP 坐标系, 以上颌骨标志点到 OLP 的线距反映上颌骨的位置, 以治疗前后线距的变化反映上颌骨矢状向的移动<sup>[8,11-12]</sup>。此分析法中治疗前后所有线距指标均在同一坐标系下测量, 且只与 OLP 有关, 数据可比性好<sup>[13]</sup>。

本研究还选取了 Steiner、Wits、Ricketts、Tweed、Wylie 等分析法中相关的头影测量指标,

包括面部硬组织角度、线距、高度比例等,以综合分析面部硬组织在前方牵引治疗前后的变化。

### 3.2 前方牵引治疗后面部硬组织变化

**3.2.1 上颌骨的变化** 前方牵引治疗后SNA、FH-NA、ss/OLP、Or/OLP、Ptm/OLP增加说明上颌骨前部和后部均向前生长改建,整体在矢状方向上发生前移,提示前方牵引治疗可能刺激了位于上颌骨后部的骨缝,产生新骨沉积。Or点位于上颌骨的前上部,在以往前方牵引研究中关注较少,Or点和A点的共同前移可增加患者上颌骨上下位置矢状向变化的协调性,从而更利于改善面中部凹陷。PP-SN和N-CF-A的减小无统计学差异提示上颌骨垂直向变化小,前方牵引未引起上颌骨的不利旋转。

治疗后ss/OLP、Or/OLP、Ptm/OLP三者的增加量有统计学差异,提示上颌骨不同部位的前移量不一致。进一步比较发现,上颌骨下部比上部在矢状方向上前移更多,分析原因为上颌骨下部骨缝更接近牵引力作用点,受到更大的拉应力,而上部骨缝距牵引力作用点较远,受到的拉应力较小<sup>[14-15]</sup>;上颌骨前部相比后部在矢状方向上前移更多,上颌骨整体长度增加<sup>[16]</sup>,初步分析是由于ss点处于上颌骨的前缘,后部4条骨缝的生长都会导致其前移。

上颌骨矢状方向上的前移与本研究采用的治疗方法密切相关。殆垫式口内矫治器的基托包绕上颌全部牙齿、双侧上颌结节及腭侧黏膜,其支抗控制好,能将施加的力量大部分传递至上颌骨及其周围骨缝。此外,根据本课题组前期有限元建模分析<sup>[17]</sup>,功能性殆平面前下 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的牵引方向接近上颌复合体的阻抗中心,上颌骨趋向于平移。同时,施加每侧350~500 g的矫形力能够安全有效地刺激骨缝,每天 $\geq 12$  h的连续佩戴使骨缝有足够时间发生稳定的生物力学改建<sup>[12,18]</sup>。

**3.2.2 下颌骨的变化** 已有研究显示,牙支持式上颌前方牵引治疗后下颌骨均发生顺时针旋转<sup>[19]</sup>。本研究中,前方牵引治疗后SNB和FMA的变化无统计学差异,提示下颌骨没有发生明显的顺时针旋转,分析原因为平面殆垫式设计在改善不利前方牵引殆曲线的同时,良好地控制了后牙高度。少量患者治疗后前下面高轻度增加,其原因包括不能排除的下颌骨生长因素及殆垫去除时前牙暂时性的早接触。在后续正畸治疗阶段,随着前牙正常覆殆覆盖关系的建立,该问题可得到改善。

**3.2.3 上下颌骨矢状向关系变化** 以往研究发现上颌前方牵引治疗可使SNA增大、SNB减小,前牙覆盖增加,从而改善上下颌矢状向关系<sup>[20-22]</sup>。有学者认为<sup>[10]</sup>,上颌前方牵引治疗后,颌骨与牙齿的移动比例在7岁以前为2:1,而在9岁以后是3:2,说明年龄越大,牵引产生的骨性效应越小,牙性代偿越大,治疗效果越差。本研究中,前方牵引治疗后ANB和Wits值的增加有统计学差异,SNB的减小无统计学差异,提示上下颌骨矢状向关系的改善主要归因于上颌骨的变化,进一步证明上颌骨在前方牵引的作用下发生向前生长移动。

**3.2.4 上下前牙倾斜度的变化** 前方牵引治疗上前牙倾斜度已较大,UI-SN为 $109.89^{\circ} \pm 7.00^{\circ}$ ,治疗后其增加量为 $1.16^{\circ} \pm 2.59^{\circ}$ ,提示上前牙没有发生进一步明显唇倾。分析原因为殆垫式口内矫治器的基托包绕上颌全部牙齿、腭侧黏膜及上颌结节,上前牙受力得以分散。同时基托也将上颌牙弓的长度和宽度稳定控制,避免前牙唇倾加重,这在一定程度上有利于后续正畸治疗阶段前牙转矩的调整。治疗后is/OLP的增加量与ms/OLP的增加量大致相同,提示上颌牙弓发生了整体移动。与以往以牙为支抗的上颌前方牵引研究结果相反<sup>[8,12]</sup>,本研究中治疗后is/OLP的增加量稍小于ss/OLP的增加量,提示殆垫式矫治器减小了牙齿的受力移动,增加了上颌骨的前移效应。

治疗后IMPA的减小无统计学差异,提示下前牙舌倾不明显,口外牵引装置施加的反作用力主要由颈部提供的支抗承担。

### 3.3 上颌前方牵引治疗的时机

以往研究表明,从生长发育、疗效、长期稳定性来看,上颌前方牵引治疗的最佳时机为混合牙列的早期6~8岁<sup>[5,23]</sup>。然而,一部分就诊时已处于生长发育高峰后期的凹面型患者,多存在明确的面中部发育不足。虽然这类患者上颌骨骨缝的成骨作用在这一时期减弱,但其生长发育未完全停止,且患者及家长常首选非手术掩饰性治疗方案。因此,进行上颌前方牵引治疗以最大程度改善患者凹面型侧貌和上下颌骨的矢状向位置关系是十分必要的<sup>[2,24]</sup>。本研究纳入患者的平均年龄为 $(12.7 \pm 1.1)$ 岁,均晚于最佳矫治时机,且头颅侧位片示颈椎骨龄处于CVM V~VI期,为生长发育高峰后期。前方牵引治疗前后头影测量分析表明,上颌骨在矢状向上发生了整体前移,面中部低平及上下颌骨矢状向关系得到改善。

本研究存在一定局限性, 尚未涉及此类患者治疗后的长期稳定性, 在后续研究中我们将不断完善并增加临床病例, 以期探寻一种适合生长发育高峰后期患者的上颌前方牵引治疗方法。

综上所述, 针对生长发育高峰后期骨性Ⅲ类错颌畸形患者, 本研究采用的殆垫式口内矫治器配合口外双杆式上颌前方牵引器可较好控制上前牙唇倾和下前牙舌倾。通过治疗前后基于坐标系的头影测量, 对上颌骨的前上部、后缘以及前下部进行了全面分析, 明确上颌骨发生了整体前移, 初步证明在生长发育高峰后期进行上颌前方牵引的有效性, 为该时期上颌骨发育不足患者的非手术治疗提供了依据。

**作者贡献** 李帅臣: 研究具体实施, 数据收集, 统计分析, 文章撰写; 霍娜: 研究指导, 统计分析, 文章撰写; 周孙欣: 研究具体实施, 统计分析; 李红坤: 统计分析, 图片绘制; 王恒心: 统计分析, 表格编制; 许诺: 文献查阅整理, 数据收集; 蔡川: 研究指导; 张彤: 实验设计, 研究具体实施, 研究指导, 论文审阅。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突。

**数据共享声明** 本论文相关数据可依据合理理由从作者处获取, Email: 879867086@qq.com。

#### 参考文献

- Lathrop-Marshall H, Keyser MMB, Jhingree S, et al. Orthognathic speech pathology: impacts of Class III malocclusion on speech [J]. *Eur J Orthod*, 2022, 44 (3): 340-351.
- Rutili V, Nieri M, Giuntini V, et al. A multilevel analysis of craniofacial growth in subjects with untreated Class III malocclusion [J]. *Orthod Craniofac Res*, 2020, 23 (2): 181-191.
- 周孙欣, 霍娜, 李帅臣, 等. 改良上颌前方牵引对生长发育高峰后期上颌发育不足患者软组织侧貌的影响 [J]. *实用口腔医学杂志*, 2024, 40 (3): 365-370.
- Lee WC, Shieh YS, Liao YF, et al. Long-term maxillary anteroposterior changes following maxillary protraction with or without expansion: a meta-analysis and meta-regression [J]. *PLoS One*, 2021, 16 (2): e0247027.
- Azamian Z, Shirban F. Treatment options for class III malocclusion in growing patients with emphasis on maxillary protraction [J/OL]. <https://doi.org/10.1155/2016/8105163>.
- Si MM, Hao ZN, Fan H, et al. Maxillary protraction: a bibliometric analysis [J]. *Int Dent J*, 2023, 73 (6): 873-880.
- Rutili V, Souki BQ, Nieri M, et al. Long-term assessment of treatment timing for rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances: a multicenter retrospective study [J]. *J Clin Med*, 2023, 12 (21): 6930.
- Buyukcavus MH, Kale B, Aydemir B. Comparison of treatment effects of different maxillary protraction methods in skeletal class III patients [J]. *Orthod Craniofac Res*, 2020, 23 (4): 445-454.
- Mandall N, Aleid W, Cousley R, et al. The effectiveness of bone anchored maxillary protraction (BAMP) in the management of class III skeletal malocclusion in children aged 11-14 years compared with an untreated control group: a multicentre two-arm parallel randomised controlled trial [J]. *J Orthod*, 2024, 51 (3): 228-239.
- 徐宝华. 骨性前牙反殆的前方牵引治疗 [J]. *口腔正畸学*, 2001, 8 (3): 133-135.
- Zhang X, He JM, Zheng WY. Comparison of rapid maxillary expansion and pre-fabricated myofunctional appliance for the management of mouth breathers with Class II malocclusion [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25 (1): 16-23.
- 韩磊, 李佳岭, 李保超, 等. 两种快速扩弓方式联合前方牵引治疗骨性Ⅲ类错颌的疗效差异分析 [J]. *中华口腔医学杂志*, 2023, 58 (4): 318-328.
- Ardehsna A, Bogdan F, Jiang SY. Class II correction in orthodontic patients utilizing the Mandibular Anterior Repositioning Appliance (MARA) [J]. *Angle Orthod*, 2019, 89 (3): 404-410.
- Han X, Lu H, Li S, et al. Cell morphologic changes and PCNA expression within craniofacial sutures during monkey Class III treatment [J]. *Orthod Craniofac Res*, 2016, 19 (4): 181-189.
- Suresh S, Sundareswaran S, Sathyanadhan S. Effect of microimplant assisted rapid palatal expansion on bone-anchored maxillary protraction: a finite element analysis [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 160 (4): 523-532.
- Kamel AM, Tarraf NE, Fouda AM, et al. Dentofacial effects of miniscrew-anchored maxillary protraction on prepubertal children with maxillary deficiency: a randomized controlled trial [J]. *Prog Orthod*, 2023, 24 (1): 22.
- 张彤. 颌面复合体三维有限元模型的建立及上颌前牵引的生物力学研究 [D]. 北京: 军医进修学院, 2007.
- de Souza RA, Rino Neto J, de Paiva JB. Maxillary protraction with rapid maxillary expansion and facemask versus skeletal anchorage with mini-implants in class III patients: a non-randomized clinical trial [J]. *Prog Orthod*, 2019, 20 (1): 35.
- 赵飘, 陈泽策, 廖成成, 等. 前方牵引治疗的不同方式及比较 [J]. *北京口腔医学*, 2023, 31 (3): 225-228.
- Liang SR, Wang F, Chang Q, et al. Three-dimensional comparative evaluation of customized bone-anchored vs tooth-borne maxillary protraction in patients with skeletal Class III malocclusion [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 160 (3): 374-384.
- Lee HJ, Choi DS, Jang I, et al. Comparison of facemask therapy effects using skeletal and tooth-borne anchorage [J]. *Angle Orthod*, 2022, 92 (3): 307-314.
- Almuzian M, Almkhtar A, Ulhaq A, et al. 3D effects of a bone-anchored intra-oral protraction in treating class III growing patient: a pilot study [J]. *Prog Orthod*, 2019, 20 (1): 37.
- 刘艳丽, 赵薇, 张碧莹, 等. 生长发育期骨性Ⅲ类错颌畸形骨支抗上颌前牵引的研究进展 [J]. *国际口腔医学杂志*, 2019, 46 (1): 112-118.
- Wang JW, Wang YX, Yang YY, et al. Clinical effects of maxillary protraction in different stages of dentition in skeletal class III children: a systematic review and meta-analysis [J]. *Orthod Craniofac Res*, 2022, 25 (4): 549-561.

(责任编辑:潘越,施晓亚)