

· 临床研究 ·

均角型骨性Ⅲ类患者拔牙掩饰性或手术治疗后 上气道容积和舌骨位置的比较

徐景旸¹ 刘浩洁^{1,2,3} 林成钊¹ 刘振浩⁴ 翟焯¹ 郭舒瑜^{1,2,3} 徐荣耀^{1,2,3,5}

1. 南京医科大学口腔医学院, 南京 210029;

2. 口腔疾病研究与防治国家级重点实验室培育建设点, 南京 210029;

3. 江苏省口腔转化医学工程研究中心, 南京 210029; 4. 徐州医科大学口腔医学院, 徐州 221004;

5. 南京医科大学附属口腔医院口腔颌面外科, 南京 210029

[摘要] **目的** 比较2种矫治方式对骨性Ⅲ类错殆畸形治疗的气道影响差异, 尤其关注气道容积、形态、腭角、下颌旋转及骨位移等方面的具体改变, 并通过寻找可能具有临床意义的气道指标, 以期预防OSAHS提供新的监测依据。**方法** 选取2018年9月—2023年12月在南京医科大学附属口腔医院口腔正畸科临床诊断为骨性Ⅲ类错殆畸形患者36例, 按照治疗方法不同, 分为正畸正颌联合治疗组($n=18$)和掩饰性治疗($n=18$)组。通过比较术前、术后锥形束CT及三维头影测量分析气道容积、横径、腭角、下颌骨及舌骨等变化。**结果** 掩饰性治疗后鼻咽容积、舌咽容积均有增大趋势, 且差异有统计学意义($P<0.05$)。正畸正颌联合治疗后鼻咽容积、气道鼻咽段和舌咽段横径、腭角、下颌旋转及舌骨位移的改变均有统计学意义($P<0.05$)。2组患者治疗后比较, 舌咽段横径、腭角及舌骨至蝶鞍点距离等变化具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 正畸正颌联合治疗组的患者在舌咽段截面积、腭角及舌骨的改变较掩饰性治疗组明显。OSAHS的易感人群多出现舌骨下移及气道最小截面积减小, 因此在采取正畸正颌联合治疗方案时应格外注意其气道形态的改变, 以避免造成不良后果。

[关键词] 掩饰性正畸治疗; 正畸正颌联合治疗; 骨性Ⅲ类错殆畸形; 气道容积; 舌骨位移; 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征

[中图分类号] R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2024184



本文链接 开放科学标识码

Comparison of upper airway volume and hyoid position after camouflage orthodontic or orthodontic-orthognathic treatment in patients with skeletal class III malocclusion with normal-angle vertical pattern

Hsu ChingCho¹, Liu Haojie^{1,2,3}, Lin Chengzhao¹, Liu Zhenhao⁴, Zhai Ye¹, Guo Shuyu^{1,2,3}, Xu Rongyao^{1,2,3,5}

1. Stomatological College of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 2. State Key Laboratory Cultivation Base of Research, Prevention and Treatment for Oral Diseases, Nanjing 210029, China; 3. Jiangsu Province Engineering Research Center of Stomatological Translational Medicine, Nanjing 210029, China; 4. School of Stomatology, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China; 5. Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, the Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

Supported by: The National Natural Science Foundation of China (82270943)

Correspondence: Xu Rongyao, E-mail: rongyaoxu@njmu.edu.cn

[Abstract] **Objective** This study aims to compare the effects of two orthodontic treatment modalities for skeletal class III malocclusion on specific changes in airway volume, morphology, palatal angle, mandibular rotation, and bone displacement. Results provide scientific evidence for the selection of orthodontic treatment plans and reduce the risk of developing obstructive sleep ap-

[收稿日期] 2024-05-10; **[修回日期]** 2024-11-14

[基金项目] 国家自然科学基金 (82270943)

[第一作者] 徐景旸, 本科, E-mail: cchsu@stu.njmu.edu.cn

[通信作者] 徐荣耀, 副教授, 博士, E-mail: rongyaoxu@njmu.edu.cn

nea hypopnea syndrome (OSAHS). **Methods** Thirty-six patients diagnosed with skeletal class III malocclusion at the Department of Orthodontics, the Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University from September 2018 to December 2023 were divided into two groups: orthodontic-orthognathic treatment group (18 patients) and camouflage orthodontic treatment group (18 patients). Changes in airway volume, cross-sectional area, palatal angle, mandibular, and tongue positions were observed through pre- and post-operative cone beam computed tomography and 3D cephalometric measurements. **Results** In the camouflage orthodontic treatment group, nasopharyngeal volume and oropharyngeal volume statistically increased after treatment ($P<0.05$). In the orthodontic-orthognathic treatment group, changes in nasopharyngeal volume, nasopharyngeal airway, distance from posterior tongue to pharyngeal wall, palatal angle, mandibular rotation, and hyoid bone displacement were statistically significant after surgery ($P<0.05$). In the comparison between the two groups after treatment, changes in the distance from posterior tongue to pharyngeal wall, palatal angle, and distance from hyoid bone to sella turcica point were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Patients in the orthodontic-orthognathic treatment group showed significantly greater changes in oropharyngeal cross-sectional area, palate angle, and tongue position compared with patients in the camouflage orthodontic treatment group. As individuals susceptible to OSAHS often exhibit mandibular retrusion and decreased minimum airway cross-sectional area, special attention should be paid to airway morphology changes when adopting orthodontic-orthognathic treatment to avoid adverse consequences.

[Key words] camouflage orthodontic treatment; orthodontic-orthognathic treatment; skeletal class III malocclusion; airway volume; hyoid bone displacement; obstructive sleep apnea hypopnea syndrome

骨性Ⅲ类错殆属于牙颌面畸形中的常见类型,受遗传和环境因素影响,临床表现为上颌骨发育不足或下颌骨发育过度或两者兼有,常造成患者口颌功能错乱及颜面外形不佳^[1-2]。根据生长发育潜力和颌骨畸形严重程度不同,骨性Ⅲ类错殆畸形的治疗方法主要有掩饰性正畸治疗和正颌正畸治疗两种^[3-4]。

气道与呼吸、吞咽、说话等日常活动息息相关。近年来,越来越多研究揭示了正畸治疗和阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS)之间的关系,使得学界开始着眼于探讨正畸治疗对患者气道的影响。咽部气道由软组织和硬组织组成,包括颅底、脊椎、鼻中隔、下颌及舌骨所构成的管状结构。舌骨透过其上连接的3条韧带及10条肌肉和颅骨相连,经由其位置的改变从而影响气道的形态^[5]。同时,舌骨根部亦为舌咽段气道前壁的一部分,因此其对咽部气道容积的影响不容小觑,近来也有研究^[6]揭示了舌骨位置对气道体积的影响。正畸治疗中,通过不同程度的骨及软组织移动牵拉舌骨,使其位置发生改变,进而影响气道容积^[7]。此外,在正畸正颌联合治疗的方案中,正颌手术造成颌骨大幅移动,使舌骨位置变化更加显著^[8]。过往研究多侧重于探讨掩饰性正畸治疗^[9-10]或正畸正颌联合治疗^[11]中的一种治疗方式对骨性Ⅲ类患者上气道及舌骨位置的影响,鲜有同时分析

比较两种治疗方式对上气道及舌骨位置影响程度的相关报道。正畸治疗对气道形态的影响可能造成上气道狭窄或阻塞所致的OSAHS,因而骨性Ⅲ类错殆患者手术后上气道形态的变化受众多学者所关注。

骨性Ⅲ类错殆患者中,均角组的舌骨位于高角组和低角组之间,因而均角组能较好地代表骨性Ⅲ类患者舌骨的平均位置^[12]。本文以垂直骨面型为均角组的骨性Ⅲ类患者作为研究对象,按照治疗方法分为掩饰性治疗组和正畸正颌联合治疗组,采集患者的相关影像资料,并对相关指标进行比较,为骨性Ⅲ类错殆的治疗提供证据支持。

1 材料和方法

1.1 研究对象

所有病例均为2018年9月—2023年12月在南京医科大学附属口腔医院口腔正畸科临床诊断为骨性Ⅲ类错殆畸形患者,共36例,其中男17例,女19例。年龄16~30岁,平均年龄为20.97岁。纳入标准:1)安氏Ⅲ类,骨性Ⅲ类错殆,上牙槽座点、鼻根点和下牙槽座点构成的角(ANB) $<0^\circ$;2)无正畸治疗史;3)无多生牙、畸形牙、先天缺牙等;4)均角骨面型[眶耳平面(FH)-下颌平面(MP)夹角, $22^\circ\leq MP-FH\leq 32^\circ$];5)拔除4颗前磨牙。排除标准:1)颌面部明显不对称;2)

外伤、肿瘤、唇腭裂等继发畸形; 3) 腺样体、扁桃体肥大; 4) 牙列重度拥挤。

36例患者中, 有18例患者(男9例, 女9例)采取正畸正颌联合治疗(术前正畸后进行正颌手术, 再进行术后正畸), 为正畸正颌联合治疗组; 另外18例患者(男8例, 女10例)采用正畸掩饰性治疗方式(直丝弓矫治技术)完成错殆治疗, 为掩饰性治疗组。对两组患者的一般资料(年龄、性别、ANB角)进行评估, 手术组患者平均ANB为 $-3.68^{\circ} \pm 3.30^{\circ}$, 非手术组患者平均ANB为 $-2.48^{\circ} \pm 1.69^{\circ}$; 手术组患者平均年龄为(22.5 \pm 1.39)岁, 非手术组患者平均年龄为(19.44 \pm 0.62)岁, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。再对两组性别做Fisher精确检验, 差异无统计学意义($P>0.05$)。由上可知两组患者一般资料分布差异均无统计学意义, 故具有临床可比性。研究通过南京医科大学附属口腔医院医学伦理委员会审查批准(批号: PJ2023-095-001)。

1.2 治疗方法

1.2.1 正畸正颌联合治疗组

患者先行术前正畸并拔除4颗前磨牙, 纠正牙列拥挤、排列不整, 去除牙齿代偿调整牙弓宽度、形态。正畸过程使用MBT直丝弓固定矫治技术, 并定期拍摄口腔三维图像。患者完成术前正畸后, 观察头颅侧位片变化, 确定手术方案。手术一般包括上颌的LeFort I型水平截骨术、下颌升支矢状劈开术(bilateral sagittal split ramus osteotomy, B-SSRO)。正颌手术前后患者LeFort I型手术前移上颌的量dA-N(FH)为 $-1.57 \text{ mm} \pm 2.99 \text{ mm}$, 下颌骨后退的量dPog-N(FH)为 $4.55 \text{ mm} \pm 5.04 \text{ mm}$ 。术中佩戴定制的殆板, 指引骨块的定向移动。矫治期间使用颌内、颌间支抗。术后正畸继续精调咬合关系。总治疗时间为20~26个月。

1.2.2 掩饰性治疗组

患者术前先拔除4颗前磨牙, 改善牙列拥挤等问题。使用直丝弓固定矫治器, 早期以轻力原则更换弓丝, 使上前牙向唇倾, 待患者适应后再更换弓丝, 使下前牙内收; 后期对患者作垂直、交互、Ⅲ类牵引, 同时下前牙转矩控制以调整咬合关系。

1.3 CBCT获取及三维重建方法

研究对象由南京医科大学附属口腔医院影像科医生操作同一台卧式锥形束CT(cone beam computed tomography, CBCT)(New Tom公司, 意大利)拍摄影像。在安静状态下, 患者采取清醒仰

卧位, 嘴唇处于放松状态, 牙尖交错位咬合进行拍摄。CBCT扫描后图像以DICOM格式储存。所有患者在开始正畸治疗前(T0)及正畸治疗后(T1)两个时间点拍摄。采用医用图像与三维重建软件Dolphin 11.9(Chatsworth, 美国)进行三维重建、三维影像重叠和数据测量。为了降低各个病例的测量误差, 在CBCT三维图像上精确定点, 使坐标系的构建更为一致。打开三维头颅重建影像与多角度二维剖面影像, 并在不同角度下进行双侧眶下点和右侧耳点的定点, 再使用Orientation模块调整CBCT三维图像的眶耳平面与红色水平参考线平行, 以校正标准头位。

1.4 舌空间测量

舌空间表示舌头在口腔中所占据的空间。测量方法为: 将先前以DICOM格式储存的CBCT图像档案导入医学三维重建软件Mimics 21.0(Materialise公司, 比利时)中, 调至正中矢状面, 在头颅侧位限制阈值范围为0~600; 后用Split Mask功能对软组织及空腔进行手动分割, 上以软腭、下以口底黏膜为界, 前以前牙舌侧、后以气道前为界, Region A(蓝色)为要去除的部分, 再将所需测量的舌空间部分使用Region B(红色)进行选取; 对Region B(红色)部分点选Calculate part后查看Properties即可见到舌空间体积的部分。

1.5 三维头影测量分析

使用Dolphin 11.9的Digitize模块在正中矢状面定位头影测量标志点(表1)。使用PNS、Go、V点监测上气道形态变化, H点相关的测量指标可以衡量舌骨位置的改变, SN-MP可以衡量下颌骨的旋转(表2, 图1)。

表1 头影测量标志点

Tab 1 Cephalometric landmarks

测量标志点	定义
后鼻棘点(PNS)	硬腭后部骨棘的顶端
颅底点(BA)	枕骨大孔前缘最低点
上牙槽座点(A)	前鼻棘与上牙槽缘间的弧形骨像最凹点
下牙槽座点(B)	下牙槽缘点与颏前点间的骨部最凹点
下颌角点(Go)	下颌角向外、后方最突出的点
舌根点(V)	舌根最靠后的点
H	舌骨最前上的点
蝶鞍点(S)	垂体窝中心
下颌平面(MP)	通过颏下点(Me)与下颌角下缘相切的线条
颏下点(Me)	下颌体(颈部)的最下点
鼻根点(N)	鼻额缝阴影的最前点
颏前点(Pog)	下颌颏部最前突点
颏后点(RGN)	下颌内侧最后点
前鼻棘点(ANS)	前鼻棘的顶端

表 2 测量指标

Tab 2 Measurement index

测量指标	定义
上气道横径/mm	鼻咽段横径 (NOP) 与咽壁相交的 ANS-PNS 平面 腭咽段横径 (UOP) 悬雍垂至咽后壁的距离 舌咽段横径 (TOP) 舌后至咽后壁的最短距离 喉咽段横径 (EOP) 会咽到咽后壁的最短距离
上气道容积/mm ³	鼻咽容积 腭平面向咽后壁延长线、后鼻棘点、蝶鞍点所围成的容积 腭咽容积 腭平面向咽后壁延长线与悬雍垂尖水平面间气道容积 舌咽容积 悬雍垂尖水平面与会厌尖水平面间容积 上气道总容积 鼻咽、腭咽、舌咽 3 个部分的总体容积
腭角/°	U-PNS-ANS U-PNS、ANS-PNS 两线夹角 (钝角)
下颌平面角/°	SN-MP 前颅底平面 (SN) 与 MP 形成的夹角
舌骨位置/mm	H-FH H 与 FH 的垂直距离 H-S H 与蝶鞍点 (S) 连线的垂直距离 H-MP H 与 MP 的垂直距离 H-PNS H 与 PNS 连线距离 H-RGN H 与 RGN 连线距离
切牙内收量/mm	U1 tip dx 重叠治疗前后颅底平面, 测量右上颌中切牙切缘的水平移动距离 U1 root dx 重叠治疗前后颅底平面, 测量右上颌中切牙牙根的水平移动距离 U1 root dy 重叠治疗前后颅底平面, 测量右上颌中切牙牙根的垂直移动距离 U1 root dt 重叠治疗前后颅底平面, 测量右上颌中切牙牙根的移动距离 L1 tip dx 重叠治疗前后颅底平面, 测量右下颌中切牙切缘的水平移动距离 L1 root dx 重叠治疗前后颅底平面, 测量右下颌中切牙牙根的水平移动距离 L1 root dy 重叠治疗前后颅底平面, 测量右下颌中切牙牙根的垂直移动距离 L1 root dt 重叠治疗前后颅底平面, 测量右下颌中切牙牙根的移动距离

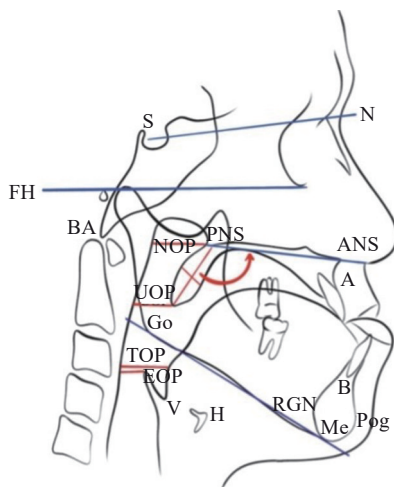
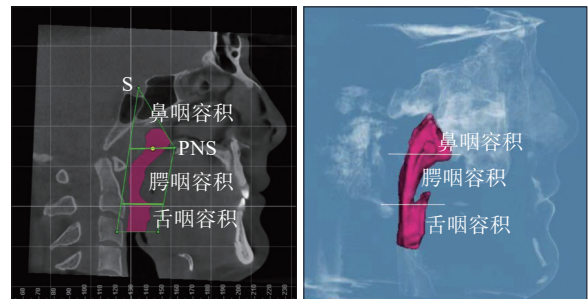


图 1 头影测量标志点示意图

Fig 1 Cephalometric landmarks diagram

积、腭平面、下颌旋转、舌骨位置以及切牙内收量的变化。



左: 头影测量; 右: 三维建模。

图 2 上气道容积测量

Fig 2 Measurements of the upper airway

1.6 上气道容积测量

使用 Dolphin 11.9 的 Sinus/Airway 模块分别测量治疗前后的鼻咽、腭咽、舌咽、上气道总容积 (表 2、图 2)。

1.7 统计学处理

采用 Prism 9.0 进行数据分析。对治疗前后三维头颅测量、上气道容积变化进行正态性和方差齐性检验。治疗前后均符合正态分布且方差齐的数据, 使用配对 t 检验比较两组治疗前后上气道容

2 结果

2.1 掩饰性治疗前后上气道容积、形态及颌骨和舌骨位置的变化

掩饰性治疗前后患者气道、颌骨及舌骨的改变结果见表 3。由表 3 可见, 掩饰治疗后, 鼻咽和舌咽容积均增大, 且差异有统计学意义 (P<0.05)。腭角、下颌骨及舌骨的测量指标差异均无统计学意义 (P>0.05)。

表 3 掩饰性治疗前后上气道容积、形态及上下颌骨和舌骨位置的变化

Tab 3 Changes in upper airway volume, morphology, maxillary/mandibular positioning, and hyoid bone position before and after camouflage orthodontic treatment

测量指标		术前	术后	P值
上气道横径/mm	NOP	23.54±2.54	24.56±3.48	0.131 7
	UOP	10.36±3.03	10.16±2.21	0.628 7
	TOP	10.69±3.97	11.08±3.61	0.520 9
	EOP	5.79±2.38	5.89±2.47	0.848 8
上气道容积/mm ³	鼻咽容积	6 088.61±1 848.89	6 790.17±1 740.99	0.009 0*
	腭咽容积	7 867.06±2 294.06	8 057.33±2 703.66	0.577 8
	舌咽容积	6 116.83±2 338.46	7 064.17±2 356.21	0.035 2*
	上气道总容积	20 072.50±4 833.42	21 911.67±5 231.83	0.154 2
腭角/°	U-PNS-ANS	123.64±6.42	125.27±7.96	0.306 0
下颌平面角/°	SN-MP	26.62±6.11	25.37±8.28	0.354 6
舌骨位置/mm	H-FH	-154.76±15.38	-138.97±78.36	0.167 4
	H-S	111.83±8.71	111.42±9.43	0.800 2
	H-MP	10.61±5.50	10.24±6.78	0.756 4
	H-PNS	53.91±5.44	52.82±5.29	0.083 4
	H-RGN	38.69±6.00	38.52±7.23	0.914 6

注: * $P<0.05$ 。

2.2 正畸正颌联合治疗前后上气道容积、形态及颌骨和舌骨位置的变化

正畸正颌联合治疗前后患者气道、颌骨及舌骨的改变结果见表4。由表4可见,正畸正颌联合治疗后,鼻咽容积增大,NOP增加, TOP减小,且差异均有统计学意义($P<0.05$),结果表明鼻咽

段气道横径变宽,舌咽段变窄。腭角增大,差异具有统计学意义($P<0.05$)。而SN-MP减小,且差异有统计学意义($P<0.05$),提示下颌骨逆时针旋转;H-S增大,差异有统计学意义($P<0.05$),提示治疗后舌骨出现向下移动的趋势。

表 4 正畸正颌联合治疗前后上气道容积、形态及上下颌骨和舌骨位置的变化

Tab 4 Changes in upper airway volume, morphology, maxillary/mandibular positioning, and hyoid bone position before and after orthodontic-orthognathic treatment

测量指标		术前	术后	P值
上气道横径/mm	NOP	23.24±2.92	25.51±2.60	0.002 2*
	UOP	12.06±2.99	11.38±3.70	0.352 8
	TOP	13.04±3.28	11.97±2.84	0.003 7*
	EOP	7.45±3.67	7.54±2.66	0.184 4
上气道容积/mm ³	鼻咽容积	6 387.33±1 655.65	7 236.89±2 058.89	0.001 9*
	腭咽容积	8 792.33±3 274.72	8 646.44±4 018.97	0.865 0
	舌咽容积	6 032.83±2 303.77	5 992.83±2 592.99	0.902 4
	上气道总容积	21 212.50±5 411.63	21 876.17±6 980.94	0.639 7
腭角/°	U-PNS-ANS	116.88±9.44	122.18±7.98	0.001 4*
下颌平面角/°	SN-MP	32.39±5.50	29.41±5.48	0.004 9*
舌骨位置/mm	H-FH	-119.77±106.50	-114.44±105.65	0.617 0
	H-S	109.53±11.19	114.25±13.27	0.005 4*
	H-MP	6.66±4.72	7.73±6.96	0.403 6
	H-PNS	55.66±5.15	56.97±6.56	0.282 2
	H-RGN	39.38±6.34	37.53±6.58	0.157 3

注: * $P<0.05$ 。

2.3 两种治疗方式治疗前后上气道、颌骨、舌骨位置变化量、上下颌中切牙内收量的比较

为了比较2种治疗方式对上气道形态及舌骨位

置变化的影响,研究对比了患者术前术后的气道容积、气道宽度、腭角移动度、下颌、舌骨及牙根吸收量等变化。由表5可知,正畸正颌联合治疗

组 TOP 距离缩短，与掩饰性治疗组间差异有统计学意义 ($P<0.05$)，表明舌咽段气道缩窄；正畸正颌联合治疗组 dU-PNS-ANS 较掩饰性治疗组的变化量更多且差异有统计学意义 ($P<0.05$)。正畸正颌联合治疗组 dH-S 较掩饰性治疗组大，表明正颌

正畸治疗后舌骨下移更加明显。此外，比较了2种治疗方式下，上下颌中切牙内收量的区别。具体而言，正畸正颌联合治疗组、掩饰性治疗组的下颌中切牙切缘内收量分别为 (7.13±5.19)、(3.85±3.10) mm，二者间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

表 5 掩饰性治疗和正畸正颌联合治疗前后上气道容积、形态、上下颌骨位置、舌骨位置及上下颌中切牙内收变化量的比较

Tab 5 Comparison of changes in upper airway morphology, maxillary/mandibular positioning, hyoid bone position, and retraction of maxillary and mandibular central incisors before and after the camouflage orthodontic treatment and the orthodontic-orthognathic treatment

测量指标		掩饰性治疗组	正畸正颌联合治疗组	P 值
上气道横径/mm	dNOP	1.02±2.72	2.27±2.67	0.173 6
	dUOP	-0.21±1.77	-0.68±3.03	0.567 8
	dTOP	0.39±2.52	-1.08±1.36	0.036 7*
	dEOP	0.11±2.25	0.09±1.92	0.690 0
上气道容积/mm ³	d鼻咽容积	701.56±991.83	849.56±1 176.55	0.685 8
	d腭咽容积	190.28±1 422.57	-145.89±2 700.58	0.643 3
	d舌咽容积	947.33±1 756.02	-40.00±1 364.04	0.191 6
	d上气道总容积	1 839.17±2 799.52	663.67±4 035.73	0.317 1
腭角/°	dU-PNS-ANS	1.63±6.29	5.31±5.92	0.037 1*
下颌平面角/°	dSN-MP	-1.24±5.55	-2.98±3.58	0.275 1
舌骨位置/mm	dH-FH	15.79±83.14	5.33±21.66	0.311 7
	dH-S	-0.41±6.69	4.72±6.28	0.023 7*
	dH-MP	-0.37±4.93	1.07±5.28	0.919 0
	dH-PNS	-1.09±2.86	1.31±4.99	0.358 9
	dH-RGN	-0.17±6.71	-1.85±5.31	0.132 0
切牙内收量/mm	U1 tip dx	3.42±3.16	4.68±4.09	0.350 8
	U1 root dx	3.06±2.99	3.86±3.21	0.254 5
	U1 root dy	2.78±2.49	3.10±1.99	0.466 2
	U1 root dt	4.70±3.14	5.40±3.07	0.375 8
	L1 tip dx	3.85±3.10	7.13±5.19	0.013 8*
	L1 root dx	4.85±4.06	8.22±5.44	0.077 5
	L1 root dy	4.34±4.02	4.34±3.85	0.869 7
	L1 root dt	6.93±5.18	9.91±5.69	0.149 2

注：* $P<0.05$ 。

2.4 2种不同治疗引起的舌空间变化比较

为了探究2种治疗方式对舌空间及掩饰性治疗与正畸正颌联合治疗前后舌空间位置的变化行统计学分析。结果显示，正畸正颌联合治疗组患者在治疗后舌空间显著减少 (6 025.8±5 568.7) mm³，掩饰性治疗组患者在治疗后舌空间增加 (8 552.4±4 472.3) mm³，2组治疗前后舌空间变化量差异有统计学意义 ($P=0.049 1$)。

2.5 2种下前牙内收方式与舌咽体积变化量的相关性

两种治疗前后上气道容积及分段容积变化量差异无统计学意义 ($P>0.05$)。对2组患者治疗前

后舌咽体积与切牙内收量做 Pearson 相关性分析 (表6)，结果显示 $P>0.05$ ，切牙内收量与舌咽体积变化不具有相关性。

3 讨论

Alhammad 等^[13]研究表明，骨性Ⅲ类错殆畸形在不同垂直骨面型中所占比例最低，仅占3.98%，然而在中国这一比例却高达19%，高于其他国家的骨性Ⅲ类错殆畸形的患病率。有研究^[14-15]表明，骨性Ⅲ类错殆畸形患者的正畸治疗与OSAHS、肺动脉高压等呼吸类疾病的发病率呈正相关，这提

示骨性Ⅲ类错殆畸形的治疗对气道缩窄存在影响。因此本研究以骨性Ⅲ类错殆畸形患者为研究对象,

比较掩饰性治疗及正畸正颌联合治疗对上气道各段容积、形态及舌骨位置造成的影响。

表 6 掩饰性治疗和正畸正颌联合治疗前后舌咽体积与切牙内收量相关性分析

Tab 6 Correlation analysis between tongue pharyngeal volume changes and incisor retraction before and after the camouflage orthodontic treatment and orthodontic-orthognathic treatment

测量指标	掩饰性治疗组			正畸正颌联合治疗组		
	切牙内收量/mm	d舌咽体积/mm ³	P值	切牙内收量/mm	d舌咽体积/mm ³	P值
L1 tip dx	3.9±3.1	947.3±1 756.0	0.347 0	7.1±5.2	-40.0±1 364.0	0.772 3
L1 root dx	4.9±4.1		0.157 3	8.2±5.4		0.698 7
L1 root dy	4.3±4.0		0.413 6	4.3±3.9		0.612 7
L1 root dt	6.9±5.2		0.158 4	9.9±5.7		0.957 9

注: P值为治疗前后舌咽体积与切牙内收量的Pearson相关性分析结果。

3.1 掩饰性正畸对上气道的影响

AlKawari等^[16]的研究显示, 骨性Ⅲ类患者在进行掩饰性正畸治疗及前磨牙拔除后腭咽段和舌咽段体积缩小, 但差异无统计学意义; 而鼻咽段容积增大, 差异有统计学意义。鼻咽段的变化与本研究一致, 而舌咽段的变化和本研究出现了分歧。本研究中, 掩饰性治疗组患者鼻咽段、舌咽段气道容积均增加, 且差异有统计学意义。推测其可能因为患者接受拔牙, 使下颌第一磨牙近中移动, 导致舌咽段得到补偿^[17-18]。Germec-Cakan等^[19]通过拔除4颗前磨牙并使用最小支抗矫治发现其上、中气道均有增大趋势。此外, 本研究中关于治疗前后舌骨位置的变化也与已有研究不同。研究^[9]表明, 在骨性Ⅲ类掩饰性正畸患者中进行非拔牙治疗时, 舌骨均出现向后下移动的趋势。然而, 本研究中并未发现舌骨的明显移动。这一现象可能是由于本研究患者经拔牙矫治后, 下颌牙前移使舌骨代偿性向前上移, 从而抵消了其表现。

3.2 正畸正颌联合治疗对上气道的影响

在正畸正颌联合治疗中观察到舌咽段的缩窄及舌骨的下移, 其原因因为下颌骨的后退导致的舌骨位移, 从而压迫舌咽段的宽度^[20-22]。腭角因正颌手术使ANS-PNS前移导致其增大, 而根据Cheng等^[23]的发现, 腭角和NOP的改变成正相关, 和TOP则呈负相关, 这与本试验结果一致。至于在下颌角的变化中, 朱菲等^[24]研究发现SN-MP的变化趋势和本研究结果相同, 下颌骨呈现逆时针旋转, 这是因为LeFort I型水平截骨术和BSSRO等正颌手术治疗会使得下颌骨发生逆时针旋转^[25-26]。聂萍等^[27]认为双颌手术后因上颌骨整体前移而使鼻咽段气道有增大的潜能。

3.3 2种治疗方式对气道影响的比较

通过系统性回顾分析2种治疗方式对气道的影

响, 发现在正畸正颌联合治疗组中下颌的后移、上颌的前移对气道的影响有统计学意义^[13], 这和本组TOP的显著差异及舌骨的下移(dH-S)相吻合。在2种治疗方式比较中, 正畸正颌联合治疗组腭角增大较掩饰性正畸治疗组明显, 推测为上颌LeFort I截骨术治疗导致上颌前移程度较大, 从而导致ANS-PNS前移, 因而使腭角之间有显著差异。而2组在下中切牙切缘内收量(L1 tip dx)也出现明显差异, 推测因下颌截骨术对下颌骨的后移效果更加显著, 因此下中切牙切缘内收量较掩饰性正畸治疗大^[28]。然而由虞菲等^[29]所提出的对鼻唇角、上唇形态有较大影响的上中切牙, 其内收量在本研究中并未见差异具有统计学意义($P>0.05$)。综合上述, 根据骨性Ⅲ类错殆2种治疗方式后的气道变化结果, 提示正畸正颌治疗时应更加关注气道相关指标的变化, 综合考虑后退位移量或采用颧成形手术, 以减少OSAHS的发生。

在2组治疗的比较中, 患者在下颌平面角和气道总容积的变化呈现出一致的趋势, 但这些变化差异无统计学意义。首先, 对于均角型骨性Ⅲ类错殆畸形患者, 无论是采用正畸正颌联合治疗还是掩饰性治疗, 下颌平面角的减小都会导致下颌呈现逆时针旋转的趋势。这种变化有助于改善患者的咬合关系, 进而通过调整软组织来纠正面部畸形^[30-31]。此外, 气道总容积在2种治疗后均呈现出增大的趋势。正畸正颌联合治疗主要通过后退下颌骨来实现这一效果, 而掩饰性治疗则通过非骨性牵拉技术, 在纠正面型的同时, 也促进了气道总容积的增加。有研究表明气道容积的增大可以改善体内氧饱和度, 减少白天嗜睡^[32]、改善慢性阻塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)^[33]等由呼吸造成的困扰。这表明, 对于骨性Ⅲ类错殆畸形患者, 正畸治疗不仅能够改

善面部骨骼结构,还能有效增大气道容积。这种气道容积的增加对于降低COPD的风险具有重要的临床意义,为患者带来了积极的健康效益。

正畸治疗在改善患者面部畸形及纠正咬合关系中扮演着举足轻重的角色,然而近来对于正畸治疗后OSAHS的发生逐渐受到关注。Schendel等^[34]的研究也显示成人上气道的最小横截面积为40~67.1 mm²,与睡眠呼吸暂停有关(正常成年人为149.3 mm²)。根据美国正畸医师学会发表的《阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与口腔正畸:美国口腔正畸医师协会白皮书》揭示具有后腭狭小、下颌平面角度陡峭、舌骨位置较低等颅面形态者易患OSAHS,然而其关系未明^[35]。根据本实验结果,骨性Ⅲ类患者在接受正畸正颌联合治疗时舌骨下移及气道部分截面积缩小,而根据Aydemir等^[36]的研究结果显示这些变化均提示较高的OSAHS患病风险,因此在进行正畸方案制定时应审慎评估,更应在治疗过程中及时监控将其风险降至最低,达到最佳治疗效果。

目前临床上通过观察气道指标来预防OSAHS的发生尚未普及。本研究旨在探索具有临床意义的气道指标,以期预防OSAHS提供新的监测依据。根据本研究结果,提出监测dTOP、dU-PNS-ANS和dH-S等关键指标的变化,可能有助于降低OSAHS的发生率。

dTOP的增加可能表明气道后方空间的扩大,这可以通过术中调整颌骨位置来实现,从而增加咽部空间,减少气道阻塞的风险^[37]。dU-PNS-ANS指标反映了上颌骨与软腭之间的结构关系,通过矫治调整上颌骨位置,可以改善咽部的前后尺寸和气流横截面,从而提高气流通畅性^[38]。至于dH-S的调整则直接关联到舌体位置和气流通畅性,在正畸正颌联合治疗中,通过手术调整下颌位置,有助于保持睡眠中的气道开放^[39]。

正畸正颌联合治疗通过正颌手术直接优化气道通畅度^[40-41],而掩饰性治疗则主要影响牙齿排列,对气道的影响相对较小。监测这些关键参数的变化,有助于优化治疗方案,改善患者的治疗体验和结果。

综上所述,正畸正颌联合治疗组患者在舌咽段横径、腭角及舌骨的改变较掩饰性治疗组明显。而研究显示OSAHS的易感人群多出现舌骨下移及气道最小截面积减小,因此在临床采取正畸正颌联合治疗方案时应格外注意其气道形态的改变,以避免造成不良后果。但是本研究的样本规模可

能限制了观察到与其他研究相似趋势的能力。此外,由于研究中包括了一些未成年患者,他们气道的自然发育过程可能对正畸治疗和正颌手术的效果产生一定的影响。这种自然发育可能在一定程度上掩盖了治疗对气道尺寸变化的影响,从而可能降低了评估2种治疗方法对气道缩小效果的敏感性。在后续研究中,应优化样本构成,增加样本量,并对不同年龄的患者进行分组分析,从而更全面地评估掩饰性治疗和正颌手术对患者气道形态的影响,为患者提供更安全的治疗方案,在改善咬合及面部畸形等的同时,有效降低OSAHS的发生风险。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] 牛晓雯,高辉,张丽萍,等.骨性Ⅲ类患者双颌手术后软硬组织变化及其相关性研究[J].口腔医学研究,2011,27(7):568-570,574.
Niu XW, Gao H, Zhang LP, et al. Changes and correlation ratio between soft and hard tissue in class Ⅲ patients treated by bimaxillary surgery[J]. J Oral Sci Res, 2011, 27(7): 568-570, 574.
- [2] Ghodasra R, Brizuela M. Orthodontics, Malocclusion[M/OL]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
- [3] Park JH, Yu J, Bullen R. Camouflage treatment of skeletal class Ⅲ malocclusion with conventional orthodontic therapy[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2017, 151(4): 804-811.
- [4] Alhammedi MS, Almashraqi AA, Khadhi AH, et al. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in borderline class Ⅲ malocclusion: a systematic review[J]. Clin Oral Investig, 2022, 26(11): 6443-6455.
- [5] Ulusoy C, Canigur Bavbek N, Tuncer BB, et al. Evaluation of airway dimensions and changes in hyoid bone position following class Ⅱ functional therapy with activator[J]. Acta Odontol Scand, 2014, 72(8): 917-925.
- [6] Ahmed MMS, Zhao Y, Al-Hadad SA, et al. Three-dimensional evaluation of upper pharyngeal airway, hyoid bone, and craniocervical changes following stabilization splint therapy in adult patients with temporomandibular joint disorders and mandibular deviation: a retrospective study[J]. J Stomatol Oral Maxillofac Surg, 2023, 124(6S2): 101646.

- [7] Çoban Büyükbayraktar Z, Camcı H. Dentoalveolar, skeletal, pharyngeal airway, cervical posture, hyoid bone position, and soft palate changes with Myobrace and Twin-block: a retrospective study[J]. BMC Oral Health, 2023, 23(1): 53.
- [8] Ronchi P, Saccomanno S, Disconzi B, et al. Upper airway changes and OSAS risk in patients after mandibular setback surgery to treat Ⅲ class skeletal malocclusion [J]. J Pers Med, 2023, 13(7): 1105.
- [9] 董浩鑫. 骨性Ⅲ类非拔牙掩饰性治疗前后上气道及舌骨位置变化的研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2022.
Dong HX. Study on changes in the upper airway and the hyoid bone position before and after camouflage treatment by tooth non-extraction in patients with skeletal class Ⅲ malocclusion[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2022.
- [10] 董浩鑫, 徐文华, 马众辉, 等. 不同垂直骨面型骨性Ⅲ类错殆畸形患者正畸掩饰性治疗后上气道形态和舌骨位置的变化[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(6): 816-821.
Dong HX, Xu WH, Ma ZH. Changes in the upper airway and hyoid bone position after camouflage treatment in patients with different vertical skeletal patterns of class Ⅲ malocclusion[J]. J Zhengzhou Univ (Med Sci), 2022, 57(6): 816-821.
- [11] 王宏伟. 正畸正颌联合治疗骨性Ⅲ类畸形对咽腔间隙影响的三维分析[D]. 天津: 天津医科大学, 2011.
Wang HW. Three-dimensional analysis of the impact of combined orthodontic and orthognathic treatment on pharyngeal airway space in skeletal class Ⅲ malocclusion[D]. Tianjin: Tianjin Medical University, 2011.
- [12] Primozić J, Farnik F, Perinetti G, et al. The association of tongue posture with the dentoalveolar maxillary and mandibular morphology in Class Ⅲ malocclusion: a controlled study[J]. Eur J Orthod, 2013, 35(3): 388-393.
- [13] Alhammedi MS, Halboub E, Fayed MS, et al. Global distribution of malocclusion traits: a systematic review [J]. Dent Press J Orthod, 2018, 23(6): 40.e1-40.e10.
- [14] Yeghiazarians Y, Jneid H, Tietjens JR, et al. Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: a scientific statement from the american heart association[J]. Circulation, 2021, 144(3): e56-e67.
- [15] 侯楠, 张晓东, 孟怡彤. 正畸联合正颌治疗骨性Ⅲ类畸形患者上气道临床研究[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(4): 382-384.
Hou N, Zhang XD, Meng YT. Clinical study of orthodontic combined with orthognathic treatment of upper airway in patients with bony Ⅲ type malformation[J]. Clin J Med Off, 2021, 49(4): 382-384.
- [16] AlKawari HM, AlBalbeesi HO, Alhendi AA, et al. Pharyngeal airway dimensional changes after premolar extraction in skeletal class Ⅱ and class Ⅲ orthodontic patients[J]. J Orthod Sci, 2018, 7: 10.
- [17] 尹茂运. 拔牙矫治中切牙和磨牙矢状向位置变化对上气道的影响[D]. 长春: 吉林大学, 2022.
Yin MY. The effect of sagittal changes in incisors and molars on the upper airway in extraction orthodontics [D]. Changchun: Jilin University, 2022.
- [18] Hu Z, Yin X, Liao J, et al. The effect of teeth extraction for orthodontic treatment on the upper airway: a systematic review[J]. Sleep Breath, 2015, 19(2): 441-451.
- [19] Germec-Cakan D, Taner T, Akan S. Uvulo-glossopharyngeal dimensions in non-extraction, extraction with minimum anchorage, and extraction with maximum anchorage[J]. Eur J Orthod, 2011, 33(5): 515-520.
- [20] 陈德余, 郭婉露, 王豫蓉. 骨性Ⅲ类错殆采用正畸联合双颌手术治疗前后上气道变化的Meta分析[J]. 实用口腔医学杂志, 2017, 33(4): 475-480.
Chen DY, Guo WL, Wang YR. Volumetric changes in the upper airway after orthodontic-orthognathic surgery for the treatment of skeletal class Ⅲ malocclusion: a meta-analysis[J]. J Pract Stomatol, 2017, 33(4): 475-480.
- [21] Kim HS, Kim GT, Kim S, et al. Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway using cone-beam computed tomography following bimaxillary orthognathic surgery in skeletal class Ⅲ patients[J]. Clin Oral Investig, 2016, 20(5): 915-922.
- [22] On SW, Han MW, Hwang DY, et al. Retrospective study on change in pharyngeal airway space and hyoid bone position after mandibular setback surgery[J]. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2015, 41(5): 224-231.
- [23] Cheng JH, Chen CM, Chen PH, et al. Comparison of pharyngeal airway between mandibular setback surgery patients (skeletal class Ⅲ) and nonsurgery patients (skeletal classes I and II) [J]. Biomed Res Int, 2019, 2019: 5012037.
- [24] 朱菲, 何冬梅, 郝静, 等. 正畸正颌联合矫治骨性Ⅲ类错殆畸形疗效分析[J]. 中国美容医学, 2021, 30(12): 147-151.
Zhu F, He DM, Hao J, et al. The clinical effect of com-

- bined orthodontics and orthognathic treatment on skeletal class III malocclusion[J]. *Chin J Aesthet Med*, 2021, 30(12): 147-151.
- [25] Ooi K, Inoue N, Matsushita K, et al. Comparison of postoperative stability between BSSRO and LeFort 1 osteotomy with BSSRO in skeletal class III malocclusion with severe open bite[J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2020, 19(4): 591-595.
- [26] 林立, 张玉华, 梁甲兴, 等. 恒牙列早期 III 类骨性错颌拔牙与否的疗效评价[J]. *福建医科大学学报*, 2007, 41(6): 543-546.
- Lin L, Zhang YH, Liang JX, et al. Differences between extraction treatment and non-extraction treatment in Angle's III malocclusion in earlier permanent dentition[J]. *J Fujian Med Univ*, 2007, 41(6): 543-546.
- [27] 聂萍, 陶丽, 朱妍菲, 等. 2 种不同正颌术式对骨性 III 类错颌畸形患者上气道形态的影响[J]. *上海口腔医学*, 2018, 27(3): 280-284.
- Nie P, Tao L, Zhu YF, et al. Evaluation of the effects of two different modes of orthognathic surgery on upper airway morphology in patients with skeletal Class III malocclusion[J]. *Shanghai J Stomatol*, 2018, 27(3): 280-284.
- [28] 尹茂运, 张祎, 胡敏. 正畸拔牙矫治对上气道影响的研究进展[J]. *国际口腔医学杂志*, 2022, 42(5): 607-613.
- Yin MY, Zhang Y, Hu M. Research progress on the effect of orthodontic extraction on upper airway[J]. *Int J Stomatol*, 2022, 42(5): 607-613.
- [29] 虞菲, 房兵. 切牙内收与唇部位置变化相关研究[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2018, 11(8): 495-497.
- Yu F, Fang B. Relationship between lip position response and incisor retraction[J]. *Chin J Pract Stomatol*, 2018, 11(8): 495-497.
- [30] Narahara S, Morita Y, Shido R, et al. Comparison of the skeletal stability after mandibular counter-clockwise rotation in three surgical procedures[J]. *Odontology*, 2024, 112(2): 640-646.
- [31] Dalaie K, Senagoo N, Tabrizi R. Does maxillomandibular counterclockwise rotation affect surgical stability in class III skeletal patients with high plane angle? A retrospective longitudinal study[J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2022, 21(4): 1259-1266.
- [32] Fastuca R, Perinetti G, Zecca PA, et al. Airway compartments volume and oxygen saturation changes after rapid maxillary expansion: a longitudinal correlation study[J]. *Angle Orthod*, 2015, 85(6): 955-961.
- [33] Lauwers E, Snoeckx A, Ides K, et al. Functional respiratory imaging in relation to classical outcome measures in cystic fibrosis: a cross-sectional study[J]. *BMC Pulm Med*, 2021, 21(1): 256.
- [34] Schendel SA, Broujerdi JA, Jacobson RL. Three-dimensional upper-airway changes with maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea treatment[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2014, 146(3): 385-393.
- [35] Behrents RG, Shelgikar AV, Conley RS, et al. Obstructive sleep apnea and orthodontics: an American Association of Orthodontists White Paper[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019, 156(1): 13-28.e1.
- [36] Aydemir H, Memikoğlu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients[J]. *Angle Orthod*, 2012, 82(6): 993-1000.
- [37] Kim SH, Choi SK. Changes in the hyoid bone, tongue, and oropharyngeal airway space after mandibular setback surgery evaluated by cone-beam computed tomography[J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2020, 42(1): 27.
- [38] Vijayakumar Jain S, Muthusekhar MR, Baig MF, et al. Evaluation of three-dimensional changes in pharyngeal airway following isolated lefort one osteotomy for the correction of vertical maxillary excess: a prospective study[J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2019, 18(1): 139-146.
- [39] Zhang Z, Wang S, Li J, et al. Quantification of pharyngeal airway space changes after two-jaw orthognathic surgery in skeletal class III patients[J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 345.
- [40] Eslami S, Faber J, Fateh A, et al. Treatment decision in adult patients with class III malocclusion: surgery versus orthodontics[J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1): 28.
- [41] Tian Y, Mao B, Cui S, et al. Effects of orthodontic camouflage treatment vs orthodontic-orthognathic surgical treatment on condylar stability in Class II hyperdivergent patients with severe temporomandibular joint osteoarthritis: a retrospective observational study[J]. *Angle Orthod*, 2023, 93(4): 458-466.