

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230440

• 短篇论著 •

拔牙矫治对骨性Ⅱ类高角青少年患者上气道形态及舌骨位置的影响

陈玉¹, 胡敏^{2*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院口腔科, 上海 200433

2. 吉林大学口腔医院正畸科, 长春 130021

[摘要] **目的** 探讨拔牙矫治对骨性Ⅱ类高角青少年患者上气道及舌骨位置的影响。**方法** 从吉林大学口腔医院正畸科病例库中选取2013年1月至2019年1月就诊且结束治疗的骨性Ⅱ类高角青少年患者60例为研究对象, 均采用直丝弓矫治技术。按矫治策略将患者分为拔牙组和非拔牙组, 每组30例。对患者矫治前后头颌定位侧位X线片的上气道、舌骨及颅颌面组织进行定点描绘和测量分析。**结果** 与矫治前比较, 拔牙组患者矫治后上牙槽座点-鼻根点-下牙槽座点角(ANB)、上中切牙长轴与前颅底平面的下内角(U1-SN)、下中切牙长轴与下颌平面的上内角(L1-MP)均减小, 后鼻棘点与上咽壁点的线距(PNS-UPW)、后鼻棘点与会厌谷点的线距(PNS-V)、舌骨点与蝶鞍点的距离(H-S)、殆平面与前颅底平面的夹角(OP-SN)、上中切牙长轴与下中切牙长轴的夹角(U1-L1)均增加, 差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。与矫治前比较, 非拔牙组患者矫治后ANB减小, PNS-V、H-S、OP-SN增加, 差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。**结论** 由于生长发育的优势, 骨性Ⅱ类高角青少年患者在拔牙矫治与非拔牙矫治后上气道矢状径和垂直高度均有一定程度增加, 舌骨位置呈向下、向前移位的趋势, 拔牙矫治对骨性Ⅱ类高角青少年患者的上气道几乎未产生不利影响。

[关键词] 拔牙矫治; 骨性Ⅱ类; 高角; 上气道; 舌骨

[引用本文] 陈玉, 胡敏. 拔牙矫治对骨性Ⅱ类高角青少年患者上气道形态及舌骨位置的影响[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(11): 1355-1360. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230440.

Effects of extraction orthodontic treatment on upper airway morphology and hyoid bone position in adolescent patients with skeletal class II high angle

CHEN Yu¹, HU Min^{2*}

1. Department of Stomatology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Department of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Jilin University, Changchun 130021, Jilin, China

[Abstract] **Objective** To explore the effects of extraction orthodontic treatment on upper airway morphology and hyoid bone position in adolescent patients with skeletal class II high angle. **Methods** Sixty adolescent patients with skeletal class II high angle who were treated in the Department of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Jilin University from Jan. 2013 to Jan. 2019 were enrolled. All of them were treated with straight wire appliance. According to the different treatment strategies, they were divided into extraction group and non-extraction group, with 30 cases in each group. The upper airway, hyoid bone, and craniomaxillofacial tissue of the lateral cephalograms were fixed-point, depicted, and measured before and after orthodontic treatment. **Results** Compared with before treatment, the extraction group showed decreases in subspinale-nasion-supramental angle (ANB), upper incisor-SN plane (U1-SN), and lower incisor-mandibular plane (L1-MP) after treatment, while showed increases in posterior nasal spine-upper pharyngeal wall (PNS-UPW), posterior nasal spine-vallecula (PNS-V), hyoid-sella (H-S), occlusal plane-SN plane (OP-SN), and upper incisor-lower incisor (U1-L1), with statistically significant differences (all $P < 0.05$). Compared with before treatment, the non-extraction group showed a decrease in ANB and increases in PNS-V, H-S, and OP-SN after treatment, also with statistically significant differences (all $P < 0.05$). **Conclusion** Due to the growth and development of adolescents, the sagittal diameter and vertical height of the upper airway in adolescent patients with skeletal class II high angle increase to a certain extent after treatment in both groups, and the hyoid bone position shows

[收稿日期] 2023-08-04

[接受日期] 2023-10-14

[基金项目] 国家自然科学基金(81870795). Supported by National Natural Science Foundation of China (81870795).

[作者简介] 陈玉, 硕士, 住院医师. E-mail: 296199228@qq.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 0431-85579371, E-mail: humin@jlu.edu.cn

a trend of downward and forward displacement. Therefore, extraction orthodontic treatment has almost no adverse effect on the upper airway of adolescent patients with skeletal class II high angle.

[Key words] orthodontic treatment with extraction; skeletal class II; high angle; upper airway; hyoid bone

[Citation] CHEN Y, HU M. Effects of extraction orthodontic treatment on upper airway morphology and hyoid bone position in adolescent patients with skeletal class II high angle[J]. Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(11): 1355-1360. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230440.

上气道是一个由鼻咽、腭咽、舌咽和喉咽组成的“生命腔隙”，参与呼吸、发音、语言等重要生理功能。鼻咽和喉咽均具有骨性或软骨性支架，而腭咽和舌咽是以肌肉为主的软性管道，没有骨性支架，因此腭咽和舌咽容易发生塌陷，造成上气道狭窄，引发鼾症，继而发展成阻塞性睡眠呼吸暂停综合征（obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS），严重影响患者的身体健康和睡眠质量^[1]。舌骨毗邻上气道，参与保持上气道的开放并协助下颌运动^[2]，通过舌骨位置可以评估咽部气道和预测 OSAHS^[3]。

颅颌面部骨骼是支撑上气道的基础构架，颌骨的位置、形态可影响上气道的形态和大小。研究表明，骨性Ⅱ类错殆患者和垂直生长骨面型患者的上气道相对狭窄^[4-5]，骨性Ⅱ类高角患者更是 OSAHS 的高危人群。对于此类具有生长潜力的青少年患者，正畸拔牙是常用的治疗手段，拔牙矫治可在一定程度上影响牙颌面结构，但其是否会对上气道产生影响引起众多学者的思考。目前有关骨性Ⅱ类高角青少年患者正畸矫治对上气道的影响存在争议且少有研究报道。本研究旨在探究骨性Ⅱ类高角青少年患者拔牙矫治和非拔牙矫治前后上气道形态和舌骨位置的变化，以期为正畸临床的诊疗提供参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象 从吉林大学口腔医院正畸科病例库中选取 2013 年 1 月至 2019 年 1 月就诊且结束治疗的骨性Ⅱ类高角青少年患者 60 例。纳入标准：

(1) 头颅侧位 X 线片显示颈椎形态为颈椎 3~5 期 (CS-3-5)，处于生长发育阶段^[6]；(2) Ⅱ类高角骨面型：ANB (上牙槽座点-鼻根点-下牙槽座点角) > 4.7°，并且 MP-FH (下颌平面与眶耳平面的夹角) > 32°或 SN-MP (前颅底平面与下颌平面的夹角) > 40°；(3) 恒牙列，矫治前牙列完整无缺失 (除外第三磨牙)；(4) 无正畸或正颌外

科治疗史；(5) 健康状况良好，无慢性鼻炎、腺样体和扁桃体肥大等上呼吸道疾病史。排除标准：

(1) 有颅颌面畸形或重大颌面部外伤史；(2) 有鼻塞、打鼾、OSAHS 症状；(3) 缺少完整的病历资料；(4) 头颅定位侧位 X 线片图像不清晰。

所有患者均采用直丝弓矫治技术，粘接 0.022 英寸 (1 英寸=2.54 cm) 槽沟的被动自锁托槽，最终两组均以个别正常殆结束治疗。矫治疗程为 (2.0±0.5) 年。

1.2 研究方法 所有患者矫治前后的头颅侧位 X 线片均由同一位技师使用同一台 Planmeca ProMax 2D 头颅定位侧位曲面体层一体机 (芬兰 Planmeca 公司) 拍摄。拍摄条件：患者自然站立，两眼平视前方，眶耳平面与地面平行，唇自然闭合，平静呼吸，后牙轻咬于正中殆位，呼气末时屏气拍摄。将头颅侧位 X 线片导入 Dolphin 1.9.7.24 软件进行定点测量，在 1 个月内完成所有测量操作并校准。

1.3 测量指标 结合既往研究^[7-8]和本研究需要，选取如下测量指标。

上气道测量指标 8 个，见图 1。(1) 鼻咽段：后鼻棘点与颅底点的线距 (PNS-Ba)、后鼻棘点与上咽壁点的线距 (PNS-UPW)；(2) 腭咽段：软腭后点与软腭后咽壁点的线距 (SPP-SPPW)、悬雍垂尖与中咽壁点的线距 (U-MPW)；(3) 舌咽段：后气道间隙，TB 点与 TPPW 点的线距 (TB-TPPW, TB 与 TPPW 含义见图 1)；(4) 喉咽段：会厌谷点与下咽壁点的线距 (V-LPW)、第三颈椎最前下点与颈后点的线距 (C₃-RGn)；(5) 垂直长度：后鼻棘点与会厌谷点的线距 (PNS-V)。

舌骨测量指标 4 个，见图 2。(1) 垂直向距离：舌骨点到下颌平面的垂直距离 (H-MP)、舌骨点与蝶鞍点的距离 (H-S)；(2) 水平向距离：舌骨点与第三颈椎最前下点的距离 (H-C₃)、舌骨点与颈后点的距离 (H-RGn)。

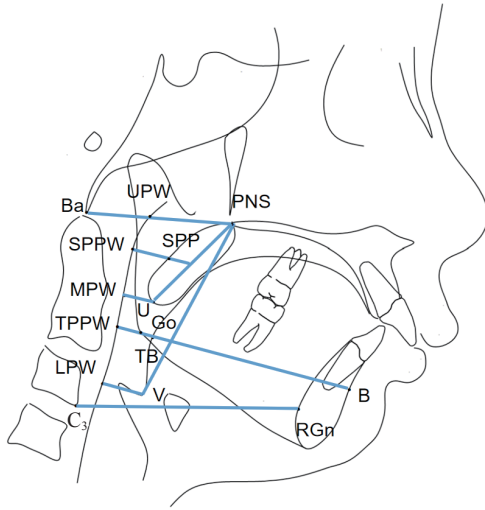


图1 上气道测量示意图

Ba: 颅底点, 枕骨大孔前缘的中点; PNS: 后鼻棘点, 硬腭后部骨棘之尖; B: 下牙槽座点, 下牙槽缘点与颏前点之间的骨部最凹点; RGn: 颏后点, 下颌联合后表面最下点; Go: 下颌角点, 下颌角的后下点; UPW: 上咽壁点, PNS-Ba 连线与咽后壁的交点; U: 悬雍垂尖, 悬雍垂最顶端的点; SPP: 软腭后点, 过 PNS-U 连线中点平行于 Go-B 连线的直线与软腭相交的点; SPPW: 软腭后咽壁点, 过 PNS-U 连线中点平行于 Go-B 连线的直线与咽后壁相交的点; MPW: 中咽壁点, 过 U 点作咽后壁垂线的垂足点; TB: Go-B 连线与舌根部的交点; TPPW: Go-B 连线的延长线与咽后壁的交点; V: 会厌谷点, 会厌部最低点; LPW: 下咽壁点, 过 V 点作咽后壁垂线的垂足点; C₃: 第三颈椎最前下点。

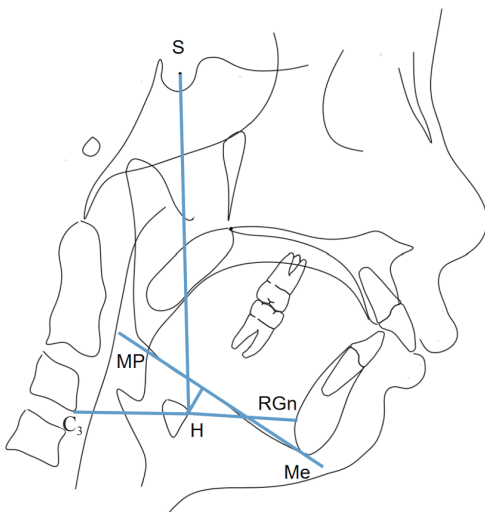


图2 舌骨测量示意图

S: 蝶鞍点, 蝶鞍影像中心点; RGn: 颏后点, 下颌联合后表面最下点; Me: 颏下点, 颏部最下点; C₃: 第三颈椎最前下点; H: 舌骨点, 舌骨最前上点; MP: 下颌平面, 通过颏下点与下颌下缘相切的线。

牙颌测量指标 9 个: (1) 蝶鞍中心-鼻根点-上牙槽座点角 (SNA); (2) 蝶鞍中心-鼻根点-

下牙槽座点角 (SNB); (3) 上牙槽座点-鼻根点-下牙槽座点角 (ANB); (4) 下颌平面与前颅底平面的夹角 (MP-SN); (5) 下颌平面与眶耳平面的夹角 (MP-FH); (6) 殆平面与前颅底平面的夹角 (OP-SN); (7) 上中切牙长轴与前颅底平面的下内角 (U1-SN); (8) 下中切牙长轴与下颌平面的上内角 (L1-MP); (9) 上中切牙长轴与下中切牙长轴的夹角 (U1-L1)。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。测量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 矫治前后测量数据的比较采用配对 *t* 检验。计数资料以例数表示。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 两组患者的基本资料 根据正畸矫治策略, 将患者分为拔牙组和非拔牙组。拔牙组 30 例, 年龄 10~15 岁, 平均年龄 (12.53±1.23) 岁, 男 6 例、女 24 例, 分别拔除 4 颗前磨牙, 排齐整平牙列, 使用滑动法关间隙, 调整覆殆覆盖及咬合关系; 非拔牙组 30 例, 年龄 10~14 岁, 平均年龄 (12.20±1.35) 岁, 男 12 例、女 18 例, 利用弓丝做轻度扩弓, 排齐整平牙列。两组患者的年龄、性别差异无统计学意义 (*P* 均 > 0.05)。

2.2 拔牙组矫治前后上气道指标比较 与矫治前比较, 除反映腭咽段的 U-MPW 和反映舌咽段的 TB-TPPW 在矫治后轻度减小外, 其余上气道指标均有不同程度的增加, 其中代表鼻咽气道的 PNS-UPW 和代表上气道垂直长度的 PNS-V 与矫治前比较差异有统计学意义 (*P* 均 < 0.01)。见表 1。

2.3 拔牙组矫治前后舌骨位置比较 与矫治前比较, 表示舌骨垂直向距离的 H-MP、H-S 和表示舌骨水平向距离的 H-C₃ 在矫治后增加, 表示舌骨水平向距离的 H-RGn 减小, 其中 H-S 与矫治前比较差异有统计学意义 (*P* = 0.001)。见表 2。

2.4 拔牙组矫治前后牙颌测量指标比较 与矫治前比较, SNA、SNB、ANB、MP-SN 和 MP-FH 在矫治后均减小, 其中 ANB 与矫治前比较差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。矫治后 OP-SN 较矫治前增加, 差异有统计学意义 (*P* = 0.001)。与矫治前比较, 表示上、下前牙唇倾度的指标 U1-SN、L1-MP 减小, U1-L1 增加, 差异均有统计学意义 (*P* 均 < 0.01)。见表 3。

2.5 非拔牙组矫治前后上气道指标比较 与矫治

前比较,仅反映舌咽段的TB-TPPW在矫治后轻度减小,其余上气道指标均有不同程度增加,其中上气道垂直长度指标PNS-V与矫治前比较差异有统计学意义($P<0.001$)。见表1。

表1 骨性II类高角青少年患者矫治前后上气道指标测量结果比较

测量指标	拔牙组			非拔牙组		
	矫治前	矫治后	P值	矫治前	矫治后	P值
PNS-Ba	41.76±4.01	42.13±3.96	0.568	41.79±3.69	42.76±4.45	0.197
PNS-UPW	22.76±4.11	24.53±3.59	0.004	22.96±4.05	23.97±4.13	0.144
SPP-SPPW	10.13±2.50	10.82±2.52	0.099	11.02±2.15	11.35±3.36	0.559
U-MPW	9.20±2.36	8.82±2.90	0.556	9.37±2.60	9.55±2.89	0.597
TB-TPPW	10.75±3.08	10.49±3.07	0.631	10.66±2.73	10.02±2.98	0.118
V-LPW	13.56±3.31	13.57±4.10	0.992	13.78±3.29	14.14±3.70	0.462
C ₃ -RGn	62.38±6.22	63.90±5.15	0.203	61.57±5.85	61.85±5.66	0.740
PNS-V	57.11±5.39	61.31±5.73	0.001	56.68±7.47	60.47±6.75	<0.001

mm, $n=30, \bar{x}\pm s$

PNS-Ba:后鼻棘点与颅底点的线距;PNS-UPW:后鼻棘点与上咽壁点的线距;SPP-SPPW:软腭后点与软腭后咽壁点的线距;U-MPW:悬雍垂尖与中咽壁点的线距;TB-TPPW:后气道间隙,TB点与TPPW点的线距(TB、TPPW含义见图1);V-LPW:会厌谷点与下咽壁点的线距;C₃-RGn:第三颈椎最前下点与颏后点的线距;PNS-V:后鼻棘点与会厌谷点的线距。

表2 骨性II类高角青少年患者矫治前后舌骨位置测量结果比较

测量指标	拔牙组			非拔牙组		
	矫治前	矫治后	P值	矫治前	矫治后	P值
H-MP	12.40±5.18	12.82±5.83	0.674	12.27±5.00	13.15±4.17	0.290
H-S	95.90±5.12	101.22±7.58	0.001	97.84±10.49	102.76±9.51	<0.001
H-C ₃	31.45±3.32	32.82±3.64	0.070	31.49±3.65	32.36±3.97	0.127
H-RGn	32.77±5.05	32.55±4.89	0.805	32.53±4.02	32.24±4.83	0.723

mm, $n=30, \bar{x}\pm s$

H-MP:舌骨点到下颌平面的垂直距离;H-S:舌骨点与蝶鞍点的距离;H-C₃:舌骨点与第三颈椎最前下点的距离;H-RGn:舌骨点与颏后点的距离。

表3 骨性II类高角青少年患者矫治前后牙颌测量结果比较

测量指标	拔牙组			非拔牙组		
	矫治前	矫治后	P值	矫治前	矫治后	P值
SNA	80.62±2.89	80.36±2.56	0.427	81.90±2.90	81.48±2.94	0.229
SNB	74.32±3.10	72.58±11.70	0.385	75.13±2.71	75.47±2.80	0.260
ANB	6.31±1.22	5.79±1.51	0.025	6.76±1.60	6.02±1.77	0.002
OP-SN	21.65±3.78	24.29±3.92	0.001	20.77±3.37	22.07±4.03	0.040
MP-SN	41.40±3.65	41.08±4.66	0.529	40.53±4.08	40.67±5.11	0.731
MP-FH	32.89±3.71	32.58±5.11	0.614	32.56±4.72	32.75±5.47	0.699
U1-SN	108.38±8.04	98.14±4.88	<0.001	105.58±9.40	103.09±6.61	0.127
L1-MP	97.73±7.02	93.34±7.81	0.001	93.93±6.22	96.23±7.33	0.121
U1-L1	112.49±11.27	127.64±7.42	<0.001	119.97±12.61	120.00±10.39	0.990

(°), $n=30, \bar{x}\pm s$

SNA:蝶鞍中心-鼻根点-上牙槽座点角;SNB:蝶鞍中心-鼻根点-下牙槽座点角;ANB:上牙槽座点-鼻根点-下牙槽座点角;OP-SN:殆平面与前颅底平面的夹角;MP-SN:下颌平面与前颅底平面的夹角;MP-FH:下颌平面与眶耳平面的夹角;U1-SN:上中切牙长轴与前颅底平面的下内角;L1-MP:下中切牙长轴与下颌平面的上内角;U1-L1:上中切牙长轴与下中切牙长轴的夹角。

2.6 非拔牙组矫治前后舌骨位置比较 与矫治前比较,表示舌骨垂直向距离的H-MP、H-S和表示舌骨水平向距离的H-C₃在矫治后增加,表示舌骨

水平向距离的H-RGn减小,其中H-S与矫治前比较差异有统计学意义($P<0.001$)。见表2。

2.7 非拔牙矫治前后牙颌测量指标比较 与矫治

前比较, ANB 在矫治后减小 ($P=0.002$)、OP-SN 在矫治后增加 ($P=0.040$), 其余指标与矫治前比较差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)。见表 3。

3 讨论

本研究结果显示, 拔牙组患者矫治后上下切牙明显内收, 非拔牙组患者牙齿移动范围较小, 上下切牙唇倾度无明显变化。两组患者矫治后的 SNA、SNB 变化不明显, 但 ANB 均减小 (P 均 <0.05), 表明上下颌骨相对的矢状向位置关系有一定程度改善。两组的殆平面均发生了顺时针旋转, 上、下颌骨没有发生明显旋转, 考虑青少年下颌骨体垂直向生长可以补偿殆平面变陡, 因此下颌平面角没有明显变化。殆平面顺时针旋转考虑可能与使用 II 类弹性牵引后上前牙、下后牙发生伸长有关, 这也提示骨性 II 类高角矫治应注意控制磨牙高度、压低前牙。

本研究中, 拔牙组反映鼻咽段的指标 PNS-UPW 和反映上气道垂直长度的指标 PNS-V 在矫治后均增加 (P 均 <0.01), 其余上气道指标变化差异无统计学意义 (P 均 >0.05)。这提示拔牙矫治对骨性 II 类高角青少年患者的上气道没有产生不利影响。两组患者矫治前后的上气道指标虽然大多数差异无统计学意义, 但在矢状径和垂直高度上多表现为不同程度的增加, 这与既往研究结论一致。Stefanovic 等^[9]的研究表明, 青少年无论拔牙还是非拔牙矫治都不会影响上气道, 矫治后患者的牙弓周长明显减小, 但鼻咽气道和口咽气道的容积均有明显增大, 而且患者均没有出现呼吸障碍。Valiathan 等^[10]发现青少年患者拔牙矫治后口咽气道容积和最窄横截面积有不明显的增大。我们认为导致上述结果的原因中青少年的生长发育不容忽视。众多研究证实了上气道形态大小与生长发育的相关性。有研究表明, 上呼吸道的生长发育主要在乳牙列 (0~5 岁) 和早期恒牙列 (12~16 岁) 2 个阶段^[11]。也有学者认为上气道长度和体积在 8~18 岁这一年龄段呈逐年增长的趋势, 生长高峰在 13 岁左右^[12]。骨性安氏 II 类青少年患者经非拔牙矫治后, 仍按原骨面型生长, 下颌支向后向上生长使下颌后部变宽, 上气道也出现整体向后生长^[13]。有研究表明骨性 II 类高角成人患者经拔牙矫治后腭咽和舌咽气道宽度明显变窄^[14], 可能是

由于牙齿大幅度内收后引起口腔容积变小和舌骨后移所致。这更进一步证实青少年患者由于颌骨和上气道自身的生长发育, 加之软组织代偿适应能力强, 拔牙矫治后上气道未受明显影响^[15]。

拔牙矫治关闭间隙时不同的支抗设计也可能影响上气道的大小形态。在 Germec-Cakan 的研究中, 骨性 I 类边缘病例拔牙矫治设计最小支抗使磨牙近中移动后上中气道矢状径增加, 而双颌前突的 I 类患者采用最大支抗内收切牙后中下气道矢状径减小^[16]。磨牙近中移动可导致舌体后部空间增加, 从而使上气道增大; 相反, 大幅度内收切牙会导致口腔容积减小, 舌体活动空间受限, 舌体和软腭受到压迫向后移位, 从而压迫上气道^[17]。另外有学者发现, 舌体积与下牙弓大小存在明显正相关性^[18]。分析本研究中骨性 II 类高角患者的拔牙掩饰性矫治, 主要是通过上前牙的内收和下后牙的近中移动实现, 两者导致的口腔容积减小和舌体后部空间的释放对上气道的作用可能会相互抵消。

舌骨位置对咽部气道的维持具有重要意义, 研究发现舌骨位置与下颌骨的大小位置密切相关, II 类下颌后缩患者的舌骨位置更偏后、偏下^[19-20]。有研究表明, 舌骨位置有增龄性改变, 随着生长发育会逐渐向下、向前移动^[21]。本研究中拔牙组和非拔牙组患者反映舌骨垂直向位置的 2 个指标 H-S 和 H-MP 在矫治后均增加, 前者差异有统计学意义 (P 均 <0.01), 后者差异无统计学意义 (P 均 >0.05), 这表明青少年患者的舌骨位置发生了向下移动; 代表舌骨水平向位置的 2 个指标 H-C₃、H-RGn 矫治前后的差异均无统计学意义 (P 均 >0.05), 但从矫治前后的差值分析, 舌骨有向前移动的趋势。本研究结果与舌骨位置的增龄性变化相符合。此外, 两组矫治后下颌骨位置没有发生明显变化也是导致这一结果的原因之一。

综上所述, 本研究认为骨性 II 类高角青少年患者由于自身生长发育的优势, 在拔牙矫治与非拔牙矫治后上气道矢状径和垂直高度都有一定程度增加, 其舌骨位置同样受生长发育影响, 呈向下、向前移位的趋势。故拔牙矫治对骨性 II 类高角青少年患者的上气道几乎未产生不利影响。由于骨性 II 类高角青少年患者上气道普遍较为狭窄, 在治疗时始终需密切关注上气道的变化, 临床上应早发现早治疗, 尽量利用生长发育潜力早期矫治。

[参 考 文 献]

- [1] SHRIVASTAVA D. Impact of sleep-disordered breathing treatment on upper airway anatomy and physiology[J]. *Sleep Med*, 2014, 15(7): 733-741. DOI: 10.1016/j.sleep.2014.01.002.
- [2] LIN Y C, LIN H C, TSAI H H. Changes in the pharyngeal airway and position of the hyoid bone after treatment with a modified bionator in growing patients with retrognathia[J]. *J Exp Clin Med*, 2011, 3(2): 93-98. DOI: 10.1016/j.jecm.2011.02.005.
- [3] OPDEBEECK H, BELL W H, EISENFELD J, et al. Comparative study between the SFS and LFS rotation as a possible morphogenic mechanism[J]. *Am J Orthod*, 1978, 74(5): 509-521. DOI: 10.1016/0002-9416(78)90026-x.
- [4] NANDA M, SINGLA A, NEGI A, et al. The association between maxillomandibular sagittal relationship and pharyngeal airway passage dimensions[J]. *J Indian Orthod Soc*, 2012, 46(1): 48-52. DOI: 10.1177/0974909820120108.
- [5] YELCHURU S, LAKSHMI K, CHANDRIKA V, et al. Comparison between growth patterns and pharyngeal widths in different skeletal malocclusions in South Indian population[J]. *J Int Soc Prevent Communit Dent*, 2018, 8(3): 224. DOI: 10.4103/jispcd.jispcd_77_18.
- [6] HASSEL B, FARMAN A G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1995, 107(1): 58-66. DOI: 10.1016/s0889-5406(95)70157-5.
- [7] 刘月华, 曾祥龙, 傅民魁, 等. 正常人群上气道结构的X线头影测量研究[J]. *口腔正畸学*, 1997, 4(1): 10-14.
- [8] 乔星. 骨性 I 类高角骨面型患者拔牙矫治后上气道变化的研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2017.
- [9] STEFANOVIC N, EL H, CHENIN D L, et al. Three-dimensional pharyngeal airway changes in orthodontic patients treated with and without extractions[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2013, 16(2): 87-96. DOI: 10.1111/ocr.12009.
- [10] VALIATHAN M, EL H, HANS M G, et al. Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume[J]. *Angle Orthod*, 2010, 80(6): 1068-1074. DOI: 10.2319/010810-19.1.
- [11] NG J H, SONG Y L, YAP A U J. Effects of bicuspid extractions and incisor retraction on upper airway of Asian adults and late adolescents: a systematic review[J]. *J Oral Rehabil*, 2019, 46(11): 1071-1087. DOI: 10.1111/joor.12854.
- [12] CHIANG C C, JEFFRES M N, MILLER A, et al. Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography[J]. *Angle Orthod*, 2012, 82(6): 985-992. DOI: 10.2319/122811-801.1.
- [13] 杨彩霞, 李骋. 青少年 II 类骨面型非拔牙矫治后上气道结构变化的三维研究[J]. *口腔医学研究*, 2017, 33(10): 1118-1122. DOI: 10.13701/j.cnki.kqxyj.2017.10.025.
- [14] 邓金荣, 赵健慧, 王秀婧, 等. 骨性 II 类高角成人患者强支抗内收前牙后上气道变化的研究[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2015, 22(4): 197-201. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5760.2015.04.004.
- [15] SHARMA K, SHRIVASTAV S, SHARMA N, et al. Effects of first premolar extraction on airway dimensions in young adolescents: a retrospective cephalometric appraisal[J]. *Contemp Clin Dent*, 2014, 5(2): 190-194. DOI: 10.4103/0976-237x.132314.
- [16] 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. DOI: 10.1093/ejo/cjq109.
- [17] 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. DOI: 10.1007/s11325-015-1122-1.
- [18] TAMARI K, SHIMIZU K, ICHINOSE M, et al. Relationship between tongue volume and lower dental arch sizes[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1991, 100(5): 453-458. DOI: 10.1016/0889-5406(91)70085-b.
- [19] KIM J, RAVAL N, PATIL A. The evaluation of hyoid bone in different skeletal malocclusions and growth patterns in Indian population[J]. *Int J Adv Res*, 2016, 4(9): 876-887. DOI: 10.21474/ijar01/1556.
- [20] 车蓓, 顾月光, 马俊青, 等. 下颌后缩患者上气道三维结构和舌骨位置的分析[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2012, 32(4): 532-535.
- [21] TARKAR J S, PARASHAR S, GUPTA G, et al. An evaluation of upper and lower pharyngeal airway width, tongue posture and hyoid bone position in subjects with different growth patterns[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(1): ZC79-ZC83. DOI: 10.7860/JCDR/2016/16746.7158.

[本文编辑] 商素芳