

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2019.03.006

· 临床研究 ·

骨性Ⅲ类错颌畸形儿童和青少年上气道三维形态特征的CBCT研究

陈巧云, 彭友俭

武汉大学人民医院口腔科, 湖北 武汉(430060)

【摘要】目的 了解测量儿童及青少年骨性Ⅲ类错颌畸形患者上气道的三维形态结构特征,探讨颅颌面结构与上气道形态之间的关系。**方法** 收集3~18岁错颌畸形患者90例,Ⅰ类和Ⅲ类骨面型各45例,并各自分为3~6岁、7~12岁和13~18岁3个年龄组,每组15例。拍CBCT,并采用第三方软件Invivo5将CBCT扫描数据进行三维重建,测量上气道各分段的体积、最小截面积、高度、最小截面处矢状径与横径的比值,应用成组 t 检验分析比较各年龄组中骨性Ⅰ类与骨性Ⅲ类之间上气道的差异。**结果** 3~6岁年龄组:骨性Ⅲ类与骨性Ⅰ类相比,上气道各项指标差异均无统计学意义($P > 0.05$);7~12岁年龄组:骨性Ⅲ类上气道的总体容积(16.25 ± 3.69) cm^3 、鼻咽段容积(2.39 ± 0.90) cm^3 及腭咽段容积(5.24 ± 1.14) cm^3 分别小于骨性Ⅰ类上气道总容积(20.98 ± 6.25) cm^3 、鼻咽段容积(4.21 ± 1.09) cm^3 及腭咽段容积(8.18 ± 2.02) cm^3 ,差异具有统计学意义($t_{\text{总}} = 2.526$, $t_{\text{鼻}} = 4.999$, $t_{\text{腭}} = 4.908$, $P < 0.05$);13~18岁年龄组:骨性Ⅲ类与骨性Ⅰ类相比,仅鼻咽段容积(3.83 ± 0.90) cm^3 较骨性Ⅰ类(4.69 ± 1.34) cm^3 小,差异具有统计学意义($t = 2.053$, $P < 0.05$)。**结论** 年龄是影响骨性Ⅲ类错颌上气道形态结构的一个重要因素。

【关键词】 上气道; 骨性Ⅲ类; 错颌畸形; 锥形束CT; 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 **【文章编号】** 2096-1456(2019)03-0172-06

【引用著录格式】 陈巧云, 彭友俭. 骨性Ⅲ类错颌畸形儿童和青少年上气道三维形态特征的CBCT研究[J]. 口腔疾病防治, 2019, 27(3): 172-177.

CBCT study of three-dimensional morphological characteristics of upper airway in children and adolescents with skeletal class III malocclusion CHEN Qiaoyun, PENG Youjian. Department of Stomatology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

Corresponding author: PENG Youjian, Email: pengyounger@163.com, Tel: 0086-27-88041911

【Abstract】 Objective To investigate the three-dimensional morphological characteristics of the upper airway in children and adolescents with skeletal class III malformation and to explore the relationship between craniofacial structure and upper airway morphology. **Methods** Ninety cases of malocclusion aged 3-18 years were collected. In addition, 45 cases of type I and type III were classified into three age groups with 15 cases in each group: 3-6 years old, 7-12 years old and 13-18 years old. CBCT was taken, and the scanning data of CBCT were reconstructed by the third-party software Invivo 5. The volume, minimum cross-sectional area, height and the ratio of sagittal diameter to transverse diameter at the minimum cross-sectional area of each segment of the upper airway were measured. The difference of the upper airway between skeletal class I and skeletal class III in each age group was analyzed and compared by group t test. **Results** No significant differences in the upper airway indexes were noted between skeletal class I and skeletal class III ($P > 0.05$) in the 3-6 years old group. In the 7-12 years old group, the total volume of skeletal class III upper airway (16.25 ± 3.69 cm^3), nasopharyngeal segment (2.39 ± 0.90 cm^3), and palatopharyngeal segment (5.24 ± 1.14 cm^3) were reduced compared with the total volume of the skeletal class I upper airway (20.98 ± 6.25 cm^3), nasopharyngeal

【收稿日期】 2018-07-25; **【修回日期】** 2019-01-10

【基金项目】 湖北省卫生计生委面上项目(WJ2017M017)

【作者简介】 陈巧云, 医师, 硕士, Email: amieeyun@163.com

【通信作者】 彭友俭, 主任医师, 博士, Email: pengyounger@163.com, Tel: 0086-27-88041911

segment ($4.21 \pm 1.09 \text{ cm}^3$), and palatopharyngeal segment ($8.18 \pm 2.02 \text{ cm}^3$), respectively, the differences were statistically significant ($t_{\text{total}} = 2.526, t_{\text{nose}} = 4.999, t_{\text{palate}} = 4.908, P < 0.05$). In the 13-18 years old group, only nasopharyngeal segment volume ($3.83 \pm 0.90 \text{ cm}^3$) was reduced in skeletal type I ($4.69 \pm 1.34 \text{ cm}^3$); the difference was statistically significant ($t = 2.053, P < 0.05$). **Conclusion** Age is an important factor affecting the morphology and structure of upper airway in skeletal III malocclusion.

【Key words】 Upper airway; Skeletal class III occlusion; Malocclusion; Cone beam computed tomography; Obstructive sleep apneahypopnea syndrome

骨性 III 类错殆由于上颌发育不足或下颌发育过度的颌骨发育异常,除了影响患者的侧貌美观、口颌功能和心理健康之外,还可能会引起上气道等周围颅颌面结构发生变化^[1]。目前,颅颌面结构与上气道之间的相关性研究得到越来越多学者的关注,但过去的研究主要集中于 II 类骨面型,关于 III 类骨面型的上气道结构特征研究较少且主要集中于成人患者。锥形束 CT (cone beam computed tomography, CBCT) 由于其扫描时间短、放射剂量低以及操作简单等优点,广泛应用于口腔临床中^[2]。本研究利用 CBCT 和 Invivo 5 三维重建技术比较分析 3~18 岁骨性 III 类错殆畸形患者的气道结构差异,了解 III 类骨面型患者上气道形态结构特征的增龄性变化情况,探讨颅颌面复合体与上气道三维结构的相互影响机制,为正畸的临床诊疗及颅颌面生长发育的研究提供参考依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

从 2015 年 9 月—2017 年 10 月在武汉大学人民医院口腔正畸科就诊的患者中严格按照纳入标准选取研究对象共 90 例,按照牙列的临床分期分为 3~6 岁、7~12 岁、13~18 岁 3 组,每组 30 例,每个年龄组中 I 类骨面型和 III 类骨面型各 15 例(表 1~表 3)。所有患者经监护人同意接受本治疗并签署同意书。经统计学检验,各分组内的年龄、性别、下颌平面角(SN-MP)差异均无统计学意义。

纳入标准:①年龄 3~18 岁,男女比例相近;②汉族;③垂直骨面型为均角($26^\circ \leq \text{SN-MP} \leq 38^\circ$);④骨性 III 类错殆 ($\text{ANB} < 0.7^\circ$),骨性 I 类错殆 ($0.7^\circ < \text{ANB} < 4.7^\circ$);⑤无正畸治疗史;⑥无唇腭裂或唇腭裂治疗史;⑦无慢性上呼吸道病史,无扁桃体肥大、腺样体肥大;⑧无吐舌、吮指等口腔不良习惯;⑨无系统性疾病史;⑩无面部畸形,颜面基本对称。

表 1 3~6 岁年龄组骨性 I 类和骨性 III 类患者分布

Table 1 Sample distribution of skeleton class I and class III in the age group of 3-6 years $\bar{x} \pm s$

错殆类型	性别(男/女)	年龄(岁)	ANB($^\circ$)	SN-MP($^\circ$)
骨性 III 类错殆	(9/6)	4.93 ± 0.80	-0.41 ± 1.27	35.76 ± 3.19
骨性 I 类错殆	(9/6)	4.73 ± 0.88	4.17 ± 1.08	37.52 ± 1.93
t 值/ χ^2 值	0	-0.650	10.644	1.829
P 值	0.645	0.521	< 0.001	0.870

表 2 7~12 岁年龄组骨性 I 类和骨性 III 类患者分布

Table 2 Sample distribution of skeleton class I and class III in the age group of 7-12 years $\bar{x} \pm s$

错殆类型	性别(男/女)	年龄(岁)	ANB($^\circ$)	SN-MP($^\circ$)
骨性 III 类错殆	(9/6)	9.80 ± 1.47	-1.022 ± 1.705	36.33 ± 3.65
骨性 I 类错殆	(8/7)	10.00 ± 1.69	2.78 ± 0.79	36.46 ± 2.86
t 值/ χ^2 值	0.500	0.345	7.847	0.112
P 值	0.136	0.732	< 0.001	0.912

表 3 13~18 岁年龄组骨性 I 类和骨性 III 类患者分布

Table 3 Sample distribution of skeleton class I and class III in the age group of 13-18 years $\bar{x} \pm s$

错殆	性别(男/女)	年龄(岁)	ANB($^\circ$)	SN-MP($^\circ$)
骨性 III 类错殆	(10/5)	15.40 ± 1.64	-2.60 ± 2.10	33.54 ± 3.74
骨性 I 类错殆	(7/8)	15.20 ± 1.90	3.14 ± 1.16	35.60 ± 2.63
t 值/ χ^2 值	1.222	-0.309	9.265	1.747
P 值	0.231	0.760	< 0.001	0.092

1.2 数据获取及测量

所有研究对象在同一条件下(层厚:0.3 mm,扫描时间 26.9 s,球管电流 5 mA,球管电压 120 kVp),由同一名口腔放射科医师完成 CBCT(3D Exam, KaVo 公司,美国)扫描工作。扫描时,患者端坐位,保持眶耳平面与地面平行,上、下牙齿轻咬,嘴唇自然闭合,保持呼吸平稳,不吞咽。扫面完成后数据以 DICOM 格式存储,并利用 Invivo 5 软件获得颅颌面及上气道的三维重建图像。

调整三维坐标系(图 1),使矢状面通过鼻根点

和颞前点连线,水平面通过眶耳平面,冠状面通过 双侧耳点连线。



1.3 测量项目

上气道自上而下分为三段:鼻咽、口咽和喉咽,与口腔关系最密切的口咽根据软腭下缘又分为腭咽和舌咽^[3](图2)。**①鼻咽段:**鼻咽顶(top of nasopharynx, NP)到硬腭平面(the hard palate, HP)。**②腭咽段:**硬腭平面到软腭下缘(the inferior of the soft palate, SP)。**③舌咽段:**软腭下缘到会厌顶点(tip of the epiglottis, TE)。**④喉咽段:**会厌顶点到会厌底部(the base of the epiglottis, EB)。测量项目包括上气道总容积、气道各分段的容积,上气道垂直向高度、气道各分段垂直向高度,最小截面面积,最小截面的横径、矢状径及二者的比值^[4](图2)。对所有研究对象测量两次,间隔两周,取平均值。

V总:上气道总容积,V鼻:鼻咽气道容积,V腭:腭咽气道容积,V舌:舌咽气道容积,V喉:喉咽气道容积。

H总:上气道总高度;H鼻:鼻咽气道高度;H腭:腭咽气道高度;H舌:舌咽气道高度;H喉:喉咽气道高度。

Amin:气道最小截面面积。

L矢:气道最小截面的矢状径;L横:气道最小截面的横径;L横/L矢:气道最小截面的横径/最小截面的矢状径。

1.4 统计学分析

使用SPSS 22.0对所获得的数据进行数据分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。先进行正态性检验,若资料符合正态分布,采用独立样本 t 检验比较不同年龄组骨性I类和骨性III类各测量项目的差异。

2 结果

各年龄组测量结果如表4~表6所示。

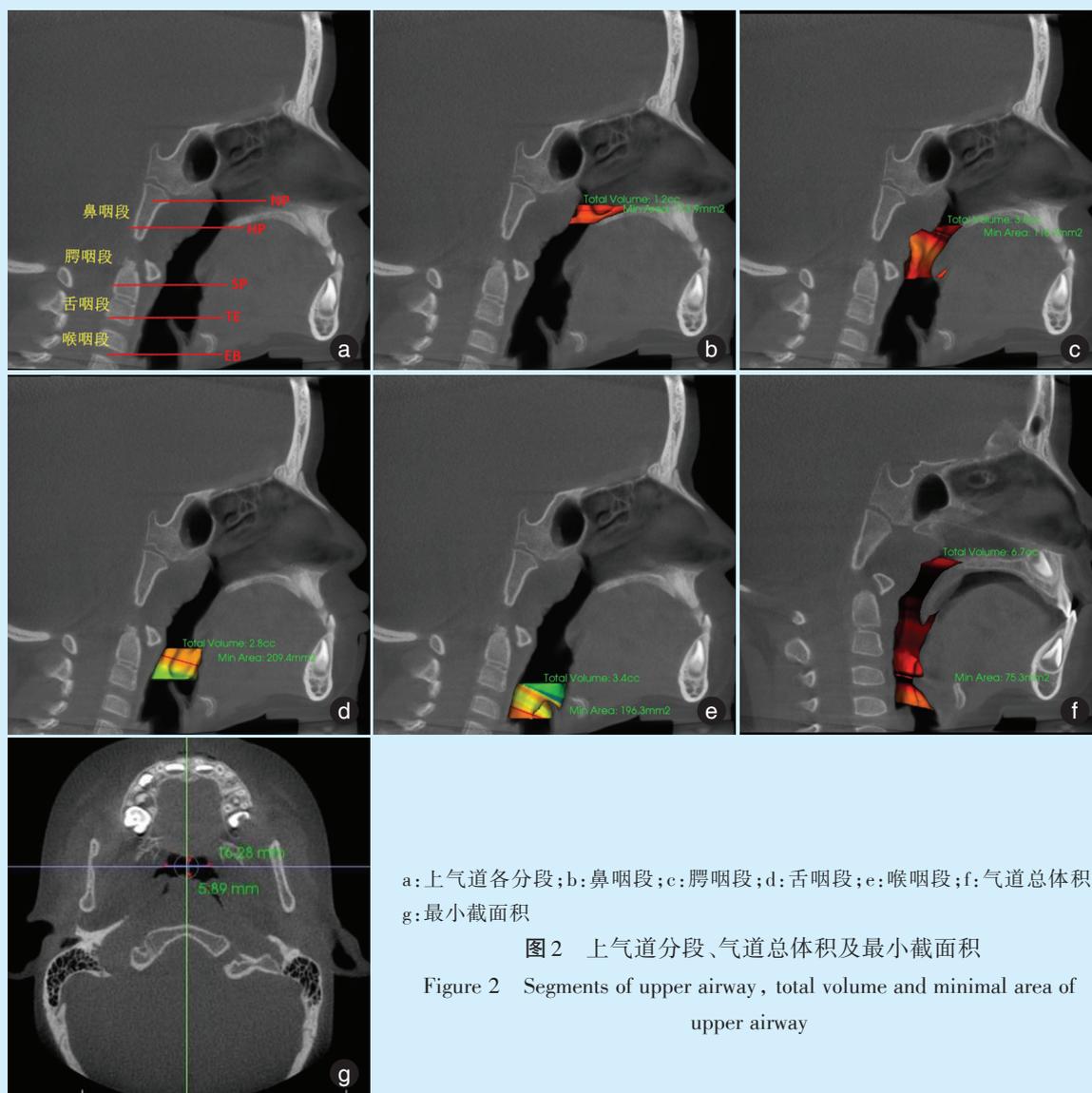
3~6岁年龄组:III类骨面型上气道的结构特征与I类骨面型儿童相比无明显差异,各测量项目的组间差异均无统计学意义。

7~12岁年龄组:与I类骨面型相比,骨性III类错颌畸形的儿童上气道的总容积、鼻咽段容积及腭咽段容积(V总、V鼻、V腭)均明显偏小,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

13~18岁年龄组:III类骨面型上气道结构特征与I类骨面型相比,仅鼻咽段容积(V鼻)比I类骨面型小,差异具有统计学意义($P < 0.05$),其余测量项目2组差异无统计学意义。

3 讨论

由上颌发育不足引起的III类骨面型占75%,而上颌发育正常、下颌发育过度的III类骨面型仅占20%~25%^[5]。有研究表明上气道上部间隙与上颌骨的位置密切相关,上颌后缩者容易引起上气道狭窄^[6]。从解剖结构来看,鼻咽前壁为鼻中隔后缘,顶壁为蝶骨及枕骨基底部,腭咽为口腔向后方的延续,前壁为软腭游离缘。因此,上颌骨发育不足时,上颌骨位置后移,上气道上部间隙(鼻咽、腭咽)的矢状径将缩窄,上颌平面处的气道宽度也会减小。同时软腭向后下移位,气道进一步狭窄,部分患者出现口呼吸,影响患儿的生长发育^[7]。聂萍等^[8]研究发现,与正常青少年相比,上颌发育不足青少年的鼻咽、腭咽段明显偏小,而舌咽及喉咽基本正常。舌咽及喉咽属于上气道的下部间隙,其容积大小主要与下颌骨位置、长度有关^[9]。下颌向前下方发育过度时,舌骨、颞舌肌等舌骨下肌群以及气道周围的肌筋膜等随之前移,使气道口咽段、喉咽段矢状径增大,因此III类骨面型患者的舌咽、喉咽段气道容积较I类骨面型大^[10]。



a: 上气道各分段; b: 鼻咽段; c: 腭咽段; d: 舌咽段; e: 喉咽段; f: 气道总体积; g: 最小截面积

图2 上气道分段、气道总体积及最小截面积

Figure 2 Segments of upper airway, total volume and minimal area of upper airway

本课题利用 Invivo5 软件对 90 例 3 ~ 18 岁骨性 III 类错殆儿童和青少年的 CBCT 资料进行上气道的三维重建并测量分析发现, III 类骨面型患者上气道的结构特点受年龄因素的影响^[11]。3 ~ 6 岁年龄组 III 类骨面型与 I 类骨面型相比上气道无明显差异, 此与 Iwasaki 等^[12]的研究结果相一致。7 ~ 12 岁年龄组骨性 III 类错殆儿童的上气道总容积、鼻咽及腭咽段的容积($V_{总}$ 、 $V_{鼻}$ 、 $V_{腭}$)较 I 类骨面型小, 差异具有统计学意义($P < 0.05$)。而 13 ~ 18 岁年龄组中, III 类骨面型上气道结构特征与 I 类骨面型相比无显著差异, 仅鼻咽段容积($V_{鼻}$)比 I 类骨面型小, 差异具有统计学意义($P < 0.05$), 其余测量项目无差异。分析其原因, 可能是由于上、

下颌骨生长特点不同以及上、下颌骨在解剖上相对颅底的位置不同造成的。

上气道中位置相对靠上的鼻咽段主要受上颌骨位置的影响, 上颌骨后缩, 位置相对靠后, 可使鼻咽段矢状径变窄。腭咽段则同时受到上、下颌骨长度和位置的影响^[13]。上颌体的发育不足虽然使软腭下垂, 腭咽相对缩窄, 但当下颌开始快速的向前下方增长, 过度向前下发育的下颌, 带动舌骨及周围软组织向前下方移动, 与舌骨通过肌筋膜相连的上气道在口咽段的矢状径也随之增大^[14]。7 ~ 12 岁儿童下颌的生长发育还未进入高峰期, 主要表现为上颌的发育不足和软腭的被迫靠后, 造成口咽部(鼻咽、腭咽)的气道塌陷而变得狭窄。

表4 3~6岁年龄组骨性I类和骨性III类各测量值及分析结果

Table 4 Measurements of skeleton class I and III in the age group of 3-6 years $\bar{x} \pm s$

测量项目	III类	I类	t值	P值
V总(cm ³)	9.94 ± 4.71	9.72 ± 2.91	-0.155	0.878
V鼻(cm ³)	1.21 ± 0.65	1.46 ± 0.71	1.015	0.319
V腭(cm ³)	3.52 ± 1.50	3.03 ± 1.27	-0.964	0.343
V舌(cm ³)	2.53 ± 1.50	2.44 ± 0.96	-0.211	0.835
V喉(cm ³)	2.67 ± 1.62	2.79 ± 1.24	0.216	0.830
H总(mm)	56.07 ± 5.39	56.62 ± 4.99	0.293	0.772
H鼻(mm)	7.99 ± 2.56	7.17 ± 1.96	-0.991	0.330
H腭(mm)	20.01 ± 2.12	19.98 ± 3.14	-0.029	0.977
H舌(mm)	13.12 ± 2.17	13.76 ± 4.11	0.533	0.598
H喉(mm)	14.66 ± 2.05	15.87 ± 1.65	1.786	0.085
Amin(mm ²)	85.59 ± 20.98	88.74 ± 27.32	0.354	0.726
L矢(mm)	7.77 ± 2.32	7.60 ± 1.62	-0.224	0.825
L横(mm)	16.06 ± 5.27	13.62 ± 5.95	-1.185	0.246
L横/L矢	2.29 ± 1.19	1.93 ± 1.07	-0.862	0.396

表6 13~18岁年龄组骨性I类和骨性III类各测量值及分析结果

Table 6 Measurements of skeleton class I and III in the age group of 13-18 years $\bar{x} \pm s$

测量项目	I类	III类	t值	P值
V总(cm ³)	28.50 ± 7.27	30.90 ± 12.72	-0.635	0.531
V鼻(cm ³)	4.69 ± 1.34	3.83 ± 0.90	2.053	0.049
V腭(cm ³)	9.87 ± 2.99	11.27 ± 5.80	-0.835	0.411
V舌(cm ³)	7.81 ± 3.09	8.18 ± 4.58	-0.258	0.798
V喉(cm ³)	6.48 ± 1.41	7.62 ± 3.25	-1.255	0.225
H总(mm)	80.80 ± 6.96	81.44 ± 8.50	-0.227	0.822
H鼻(mm)	13.23 ± 3.21	12.87 ± 3.46	0.294	0.771
H腭(mm)	25.73 ± 3.92	26.56 ± 3.37	-0.622	0.539
H舌(mm)	20.99 ± 3.37	18.62 ± 4.87	1.548	0.133
H喉(mm)	21.10 ± 3.54	23.43 ± 3.89	-1.720	0.096
Amin(mm ²)	235.78 ± 89.63	215.72 ± 89.67	0.613	0.545
L矢(mm)	11.94 ± 4.19	10.81 ± 3.70	0.782	0.441
L横(mm)	22.83 ± 7.18	22.61 ± 7.89	0.083	0.935
L横/L矢	2.11 ± 0.84	2.28 ± 0.86	-0.547	0.589

口咽部是上气道的主要组成部分,口咽部的狭窄将直接造成上气道总体积的变小。13~18岁青少年的下颌相对于上颌生长加速,这使得下颌生长多于上颌,下颌骨位置的前移,以及与上气道相连的舌骨通过肌肉及筋膜向前下移动,使上气道在口咽段又变得宽大^[15]。因此13~18岁年龄组骨性III类患者仅出现由于上颌发育不足导致的鼻咽段狭窄,口咽和喉咽段容积则基本正常,与正常骨面型青少年相比无统计学差异。

表5 7~12岁年龄组骨性I类和骨性III类各测量值及分析结果

Table 5 Measurements of skeleton class I and III in the age group of 7-12 years $\bar{x} \pm s$

测量项目	I类	III类	t值	P值
V总(cm ³)	20.98 ± 6.25	16.25 ± 3.69	2.526	0.017
V鼻(cm ³)	4.21 ± 1.09	2.39 ± 0.90	4.999	<0.001
V腭(cm ³)	8.18 ± 2.02	5.24 ± 1.14	4.908	<0.001
V舌(cm ³)	5.55 ± 3.13	4.46 ± 1.64	1.191	0.247
V喉(cm ³)	4.70 ± 1.47	4.15 ± 1.25	1.102	0.280
H总(mm)	68.58 ± 8.24	70.71 ± 5.40	-0.835	0.411
H鼻(mm)	9.42 ± 1.35	9.61 ± 2.11	-0.294	0.771
H腭(mm)	22.45 ± 3.58	24.91 ± 3.02	-2.039	0.051
H舌(mm)	17.41 ± 3.60	17.50 ± 4.81	-0.058	0.955
H喉(mm)	18.80 ± 2.81	18.92 ± 3.39	-0.107	0.916
Amin(mm ²)	163.04 ± 91.86	160.37 ± 69.11	0.090	0.929
L矢(mm)	9.85 ± 3.29	8.49 ± 3.05	1.174	0.250
L横(mm)	17.57 ± 7.61	21.38 ± 7.04	-1.424	0.165
L横/L矢	1.99 ± 1.00	3.00 ± 1.74	-1.950	0.061

分析气道最小截面积分布情况发现,上气道最小截面积主要分布于腭咽段。腭咽气道最常发生狭窄,且与周围组织关系最为密切,因此对上气道的通气功能影响也是最明显的。本研究各年龄组中骨性III类的横径以及横径与矢状径的比值与正常骨面型相比均无统计学差异。这是由于气道的横截面呈横径宽而矢状径短的椭圆形,上、下颌骨的发育情况及软腭、舌等解剖结构的前后位置关系将直接影响上气道的矢状径,而横径则主要受咽侧壁的肌肉、组织水肿增生等因素的影响^[10,16]。此外,刘伟涛等^[17]的研究发现,与年龄相关的上气道指标多为咽腔各段的高度和体积,生长主要改变的是上气道体积,而上气道截面积的影响因素更多地为牙性而不是骨性指标。

由于上颌骨的生长发育高峰一般出现在替牙期,如果该年龄段存在的反颌未得到及时矫治,将直接影响上颌复合体的正常生长发育^[18]。骨性III类错颌的儿童及青少年存在上气道狭窄的风险,鼻咽、口咽段狭窄增加了气道的通气阻力,继发口呼吸的不良习惯。因此,在临床上对错颌畸形患者进行诊疗时,应同时关注呼吸道的检查,避免不良的呼吸方式影响牙颌面的正常生长发育。同时在对III类骨面型患者进行生长改良时,尤其对矫治前伴有阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的患者,应充分利用生长发育潜能获得更多的骨改建,改善上下颌骨的关系和气道的通气功能。Taylor

等^[19]发现面中部牵引可以明显改善上气道狭窄情况,而上颌快速扩弓则可以扩大上气道的宽度,同时使舌体上抬,改善鼻通气功能^[20]。高位上气道的发育在9岁基本完成,因此对于面中部发育不足上颌后缩的儿童,应及时进行早期矫治以促进上颌骨的发育,改善通气功能^[21]。

参考文献

- [1] Katyal V, Pamula Y, Martin AJ, et al. Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing: systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2013, 143(1): 20-29.
- [2] Frongia G, Piancino MG, Bracco P. Cone-beam computed tomography: accuracy of three-dimensional cephalometry analysis and influence of patient scanning position[J]. *J Craniofac Surg*, 2012, 23(4): 1038-1043.
- [3] Furlow PW, Mathisen DJ. Surgical anatomy of the trachea[J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2018, 7(2): 255-260.
- [4] Bandeira AM, Ultramari - Navarro P, De Lima Navarro R, et al. Three-dimensional upper-airway assessment in patients with bronchial asthma[J]. *Angle Orthod*, 2013, 84(2): 254-259.
- [5] Jacobson A. Essentials of orthognathic surgery[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthoped*, 2011, 139(1): 139-140.
- [6] Ming Y, Hu Y, Li Y, et al. Effects of maxillary protraction appliances on airway dimensions in growing class III maxillary retrognathic patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018, 105: 138-145.
- [7] Fabiani G, Galvan JG, Raucci G, et al. Pharyngeal airway changes in pre-pubertal children with class II malocclusion after Frankel-2 treatment[J]. *Eur J Paediatr Dent*, 2017, 18(4): 291-295.
- [8] 聂萍, 朱敏, 卢晓峰. 骨性上颌发育不足青少年上气道及周围结构的X线头影测量研究[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2010, 17(2): 85-88.
- [9] Luzzi V, Ierardo G, Viscogliosi AA, et al. Allergic rhinitis as a possible risk factor for malocclusion: a case-control study in children [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2013, 23(4): 274-278.
- [10] Iwasaki T, Suga H, Yanagisawa - Minami A, et al. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillo-facial form in paediatric patients with Class - I , Class - II and Class - III malocclusions[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2019, 22(1): 9-15.
- [11] Becking BE, Verweij JP, Kalf-Scholte SM, et al. Impact of adenotonsillectomy on the dentofacial development of obstructed children: a systematic review and meta - analysis[J]. *Eur J Orthod*, 2017, 39(5): 509-518.
- [12] Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto YA, et al. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2009, 136(3): 318.
- [13] Indriksone I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns:a systematic review[J]. *Stomatologija*, 2014, 16(3): 109-117.
- [14] 郑赵杨, 张苗苗, 刘志杰. 骨性III类错颌畸形上气道与下颌骨形态结构研究[J]. *口腔医学研究*, 2018, 34(4): 405-410.
- [15] 曹安怡, 羊晓, 葛红珊. 高角成人口咽气道形态与颌骨形态间的关系[J]. *口腔疾病防治*, 2017, 25(8): 510-514.
- [16] Iwasaki T, Sato H, Suga H, et al. Relationships among nasal resistance adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(5): 929-940.
- [17] 刘伟涛, 章晶晶, 高雪梅. 影响儿童上气道因素的锥体束CT研究[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2015, 22(1): 28-31.
- [18] Hino CT, Cevidanes LH, Nguyen TT, et al. Three - dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchored maxillary protraction[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2013, 144(5): 705-714.
- [19] Taylor BA, Brace M, Hong P. Upper airway outcomes following midface distraction osteogenesis: a systematic review[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2014, 67(7): 891-899.
- [20] El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study[J]. *Angle Orthod*, 2013, 84(2): 265-273.
- [21] 刘杉杉, 邓金荣, 弓煦, 等. 8~11岁儿童颅面形态对睡眠呼吸影响的研究[J]. *中华保健医学杂志*, 2011, 13(2): 87-91.

(编辑 张琳, 刘楚峰)