

## • 论著 •

## 青少年颞下颌关节形态特征与下颌骨三维方向生长的相关性研究

韩婧文<sup>1</sup> 王蕾<sup>1</sup> 任诗琦<sup>1</sup> 王红宇<sup>1</sup> 黄颖怡<sup>1</sup> 李佳敏<sup>1</sup> 郑艳<sup>1,2</sup>

1. 兰州大学口腔医学院 兰州 730000;

2. 兰州大学口腔医院正畸科 兰州 730000

**[摘要]** **目的** 通过测量具有不同颞下颌关节形态特征的青少年生长高峰期前后下颌骨在三维方向的生长量, 探索颞下颌关节形态特征与下颌骨生长潜力的关系。**方法** 选取生长发育正常、未经正畸治疗的青少年横向样本 226 例, 收集各样本的锥形束计算机断层扫描 (CBCT) 资料, 根据蝶枕软骨联合融合程度分为生长期前组及生长期后组, 测量并计算髁突位置、髁突高颈比、髁突角、髁头直交角, 根据结果分为具有不同颞下颌关节形态特征各组, 测量分析各组下颌骨在三维方向的生长量。**结果** 无论髁突在关节窝中处于何种位置, 生长高峰期前后, 均可观察到下颌长度及高度显著增长, 仅在髁突非正中位时, 观察到下颌宽度增长差异具有统计学意义; 髁突短而粗, 可观察到下颌在三维方向生长均显著, 髁突长而细, 可观察到下颌骨长度与高度显著增长而宽度增长差异无统计学意义; 髁突角较大, 可观察到下颌在三维方向生长均显著, 髁突角较小, 可观察到下颌长度与高度增长显著而宽度增长差异无统计学意义; 髁头直交角较大, 可观察到下颌的长度及高度增长显著而宽度增长差异无统计学意义, 髁头直交角较小, 可观察到下颌长度与宽度增长显著而高度增长差异无统计学意义。**结论** 颞下颌关节形态特征可作为预测下颌骨生长潜力的参考指标, 具有不同颞下颌关节形态特征的下颌骨在生长高峰期期间在各方向的生长量存在差异。

**[关键词]** 青少年; 颞下颌关节; 髁突; 下颌骨; 生长发育

**[中图分类号]** R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2024058



开放科学 (资源服务)  
标识码 (OSID)

**Correlation between morphological characteristics of the temporomandibular joint and three-dimensional mandibular growth in adolescents**Han Jingwen<sup>1</sup>, Wang Lei<sup>1</sup>, Ren Shiqi<sup>1</sup>, Wang Hongyu<sup>1</sup>, Huang Yingyi<sup>1</sup>, Li Jiamin<sup>1</sup>, Zheng Yan<sup>1,2</sup>

1. School of Stomatology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Dept. of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Supported by: Open Subject Foundation of Key Laboratory of Dental Maxillofacial Reconstruction and Biological Intelligence Manufacturing, Gansu Province (20JR10RA653-ZDKF20210101)

Correspondence: Zheng Yan, Email: 15609310015@163.com

**[Abstract]** **Objective** The aim of the study was to explore the correlation between temporomandibular joint (TMJ) morphological characteristics and mandibular growth potential by measuring the three-dimensional growth of the mandible before and after the growth spurt in adolescents with different TMJ morphological characteristics. **Methods** A transverse sample of 226 adolescents with normal growth and without orthodontic treatment was selected, and the cone beam

computed tomography (CBCT) image of each patient was collected. All the samples were divided into pre-growth groups and post-growth groups based on the stages of spheno-occipital synchondrosis fusion. The condylar position, condylar height-neck ratio, condylar angle, and condylar head vertical angle were measured

**[收稿日期]** 2023-11-10; **[修回日期]** 2024-04-10

**[基金项目]** 甘肃省牙颌面重建与生物智能制造重点实验室项目 (20JR10-RA653-ZDKF20210101)

**[作者简介]** 韩婧文, 学士, Email: hanjw19@lzu.edu.cn

**[通信作者]** 郑艳, 副教授, 硕士, Email: 15609310015@163.com

and calculated. According to the measurement results, all the samples were divided into groups with different TMJ morphological characteristics, and each group's mandibular three-dimensional growth was measured and analyzed. **Results** Regardless where the condyle was located in the joint fossa, a significant increase in mandibular length and height was observed during the growth spurt. When the condyle was not in the median position, the growth of mandibular width was statistically significant. The growth of mandibles with short and thick condyles was significant in all directions, whereas the growth of those with long and thin condyles was statistically significant in length and height but not in width. The growth of mandibles with relatively large condyle angle was statistically significant in all three-dimensional directions, whereas those with relatively small condyle angle showed statistical significance in length and height but not in width. Mandibles with relatively large condylar head vertical angle showed significant growth in the length and height but not in width, whereas mandibles with relatively small condylar head vertical angle had statistically significant length and width growth, with no statistical significance in height. **Conclusion** The morphological characteristics of the TMJ can be used as a reference index to predict the growth potential of the mandible. The growth volume of mandibles with different TMJ characteristics changes in various directions.

**[Key words]** adolescent; temporomandibular joint; condyle; mandible; growth

对于具有生长发育潜力的青少年而言,下颌骨生长量及生长方向的预测在各类错殆畸形,尤其是骨性错殆畸形的诊断、治疗方案的制定和预后估计中具有重要的临床意义。但由于生长的复杂性,下颌生长潜力的预测一直是正畸领域的难题。髁突是下颌骨重要的生长区,也是下颌骨在出生后的主要生长来源之一<sup>[1]</sup>,颞下颌关节的形态特征与下颌骨的生长量和生长方向关系密切<sup>[2]</sup>。

本研究以不同生长发育期未经正畸治疗的青少年锥形束计算机断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)资料为横向样本,测量分析不同颞下颌关节形态特征的患者下颌骨在三维方向上生长量的差异,为临床预测下颌生长潜力提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

样本选自2016年1月至2021年7月就诊于兰州大学口腔医院正畸科的患者,各样本的年龄、性别均已知,并且保存了CBCT资料。

纳入标准:1)处于蝶枕软骨联合(sphenoccipital synchondrosis, SOS)融合第2阶段或第3阶段<sup>[3]</sup>;2)全身及颅面部发育正常。

排除标准:1)接受过正畸或正颌治疗;2)存在颞下颌关节病变,即追溯病历,曾出现关节区疼痛不适、弹响或杂音、张口受限或偏斜等病史,或CBCT影像可见髁突骨质破坏、增生、硬

化、囊样变,以及髁突短小或形态改变、关节间隙显著增宽或变窄(参考指标:我国无颞下颌关节症状人群的CBCT测量结果显示,颞下颌关节前间隙为2.29 mm,上间隙为3.26 mm,后间隙为2.38 mm<sup>[4]</sup>)等征象;3)下颌骨明显不对称,即颞前点至正中矢状面的距离不小于4 mm<sup>[5]</sup>;由于以往研究<sup>[6]</sup>表明,双侧颞下颌关节形态在下颌对称患者中差异无统计学意义,因此本研究认为排除颞下颌关节病变及下颌不对称后的样本具有基本对称的颞下颌关节;4)头颈部受过创伤或存在畸形;5)存在严重全身疾病或营养不良;6)CBCT影像质量差。

本研究获得了所有纳入个体的知情同意,并由兰州大学口腔医学院伦理委员会批准(LZUKQ-2019-042)。

### 1.2 CBCT影像

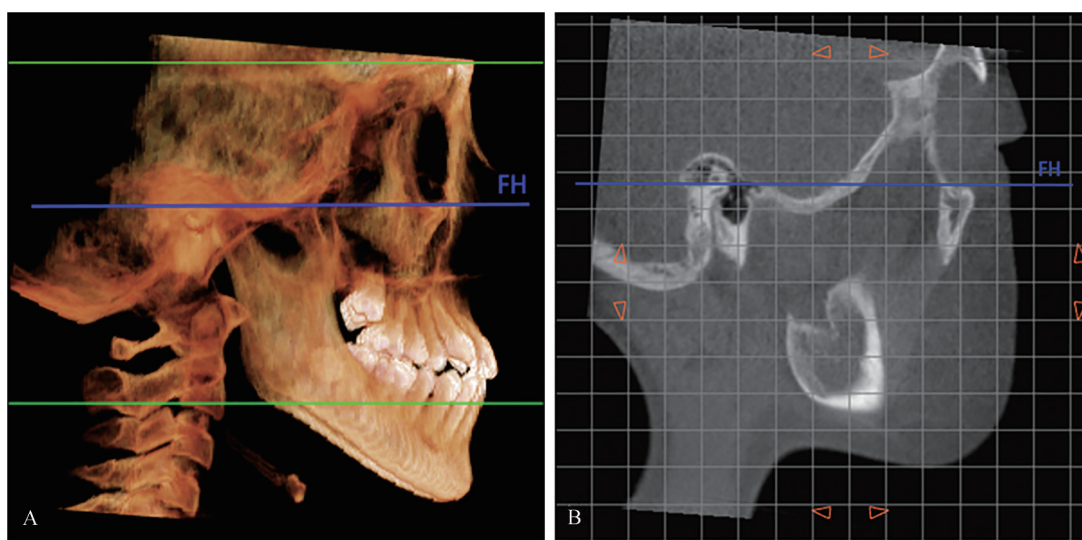
CBCT图像使用I-CAT成像系统(Imaging Sciences公司,美国)获取。每名患者均采用标准方法接受扫描:保持站立姿态,头颈直立,上下唇自然闭合,上下颌牙列咬合在牙尖交错位,眶耳平面与地面平行。要求所有患者在拍摄前除去头颈部金属配饰,在扫描过程中维持在初始定位状态,不要做吞咽动作或随意移动头部。仪器参数分别如下:视野大小为16 cm×13 cm,工作电压为120 kV,电容量为18.54 mAs,曝光时间为8.9 s。

### 1.3 SOS融合阶段判断标准

将各样本CBCT的医学数字影像和通信(digital imaging and communications in medicine, DI-

COM) 文件导入 *In Vivo* 6.0.3 软件 (Anatomage 公司, 美国), 调整图像至眶耳平面与水平面平行、左右侧基本重合 (图1)。Al-Gumaei 等<sup>[3]</sup>在 Franklin 等<sup>[7]</sup>所提出的分期方法基础上进行改进, 将 SOS 融合分为 SOS1~SOS4 (图2), 分别描述为以下4个阶段。SOS1期: 颅内外边界之间的间隙没有闭合或骨存在的迹象; SOS2期: 颅内部分融合, 但不超过软骨联合长度的一半; SOS3期: 颅外部分融合, 融合超过软骨联合长度的一半; SOS4期: 整个软骨联合处完全融合, 但可能存在融合痕迹。

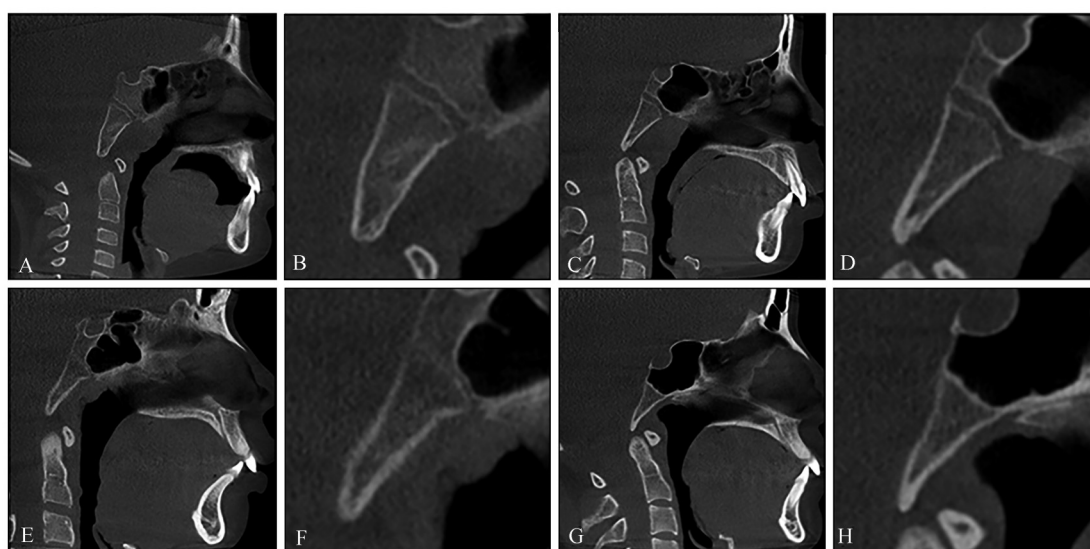
此前, 一项基于中国人群的横向研究<sup>[8]</sup>表明, 下颌骨的生长高峰处于 SOS2 期至 SOS3 期。本研究根据上述分期方法, 在正中矢状面上观察 SOS 的融合程度, 纳入处于 SOS2 期、SOS3 期的样本, 分别作为生长期前组、生长期后组。2 位经过训练的研究者分别对所有纳入样本进行判断, 间隔 2 周后, 2 位研究者使用随机数表法各自抽取 30 例样本再次判断, 并进行重复性与一致性检验, 对于两研究者持有不同意见的样本, 采用 Okamoto 等<sup>[9]</sup>使用的方法在水平面上进行判断。



A: 三维视图中眶耳平面; B: CT 视图中眶耳平面; FH: 眶耳平面。

图 1 调整三维图像至眶耳平面与水平面平行、左右侧基本重合

Fig 1 Adjust the 3D image until the Frankfort horizontal plane is parallel to the horizontal plane and the left and right sides basically coincide



A、B: 第1阶段 (SOS1); C、D: 第2阶段 (SOS2); E、F: 第3阶段 (SOS3); G、H: 第4阶段 (SOS4)。

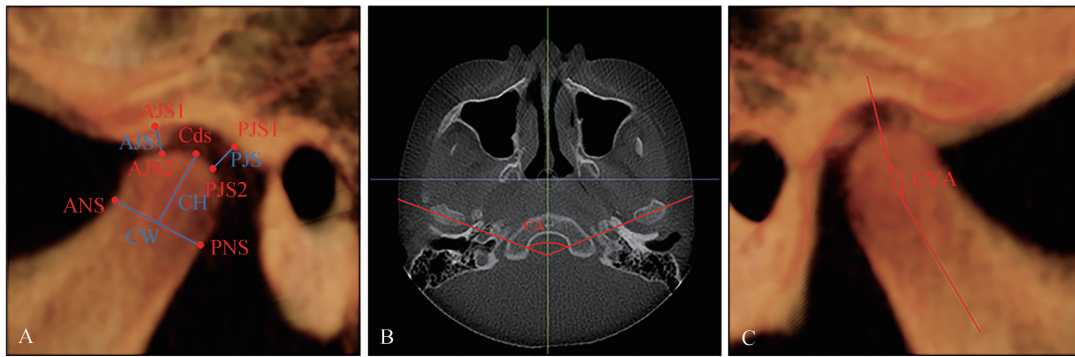
图 2 SOS 融合阶段

Fig 2 The fusion stages of SOS

### 1.4 颞下颌关节形态测量方法及分组标准

使用 *In Vivo* 6.0.3 软件中的 3DAnalysis 功能, 建立颞下颌关节形态测量项目 (图3), 包括: 关节前间隙 (anterior joint space, AJS)、关节后间隙 (posterior joint space, PJS)、髁突颈部宽度 (condylar width, CW)、髁突高度 (condylar

height, CH)、髁突角 (condylar angle, CA)、髁突头部长轴与髁突长轴的夹角 (本研究定义为髁头直立角, 即 condylar verticle angle, CVA), 在三维视图中定点, 软件自动得出测量数据。对 AJS、PJS、CW、CH、CVA, 测量后取左右两侧平均值。



A: 三维视图中关节间隙、髁突高度、髁突颈部宽度及标志点; B: CT 视图中髁突角; C: 三维视图中髁头直立角。

图 3 颞下颌关节形态测量项目

Fig 3 Morphological measurements of the temporomandibular joint

根据关节前、后间隙, 使用 Pullinger 法<sup>[10]</sup> 计算髁突位置, 将  $\ln(PJS/AJS) < -0.25$  定为髁突后位, 记为  $P_{\text{I}}$  类; 将  $-0.25 \leq \ln(PJS/AJS) \leq 0.25$  定为髁突中位, 记为  $P_{\text{II}}$  类; 将  $\ln(PJS/AJS) > 0.25$  定为髁突前位, 记为  $P_{\text{III}}$  类。对于髁突高颈比、髁突角、髁头直立角, 由于目前没有明确可靠的分组方法, 因此本研究根据收集到的样本分布进行较为平均的分组。根据 CW 及 CH 计算出  $CH/CW$ , 将  $CH/CW < 1.00$  记为  $S_{\text{I}}$  类, 将  $1.00 \leq CH/CW \leq 1.10$  记为  $S_{\text{II}}$  类, 将  $CH/CW > 1.10$  记为  $S_{\text{III}}$  类。将  $CA < 142^\circ$  记为  $A_{\text{I}}$  类, 将  $142^\circ \leq CA \leq 148^\circ$  记为  $A_{\text{II}}$  类, 将  $CA > 148^\circ$  记为  $A_{\text{III}}$  类。将  $CVA < 154^\circ$  记为  $V_{\text{I}}$  类, 将  $154^\circ \leq CVA \leq 158^\circ$  记为  $V_{\text{II}}$  类, 将  $CVA > 158^\circ$  记为  $V_{\text{III}}$  类。

### 1.5 下颌骨三维方向生长量的测量方法

使用 *In Vivo* 6.0.3 软件中的 3DAnalysis 功能, 建立下颌骨三维方向生长量的测量项目, 测量标志点包括: 耳点 (porion, Po)、眶点 (orbitale, Or)、颞顶点 (gnathion, Gn)、下颌角点 (gonion, Go)、髁突顶点 (condylar summit, CdS)、角前切迹点 (antegonion, Ag); 测量项目包括: 髁突顶点到颞顶点的距离 (即下颌总长度, mandibular length, ML)、下颌角点到颞顶点的距离 (即下颌体长度, mandibular body length, MBL)、左右两侧角前切迹的距离 (即角前切迹处下颌宽度, biantegonial width, BA<sub>g</sub>W)、左右两侧下颌角点

的距离 (即下颌角处下颌宽度, bigonial width, BGoW)、左右两侧髁突顶点的距离 (即髁突处下颌宽度, bicondylar summit width, BCdSW)、髁突顶点到下颌角点的距离 (即下颌升支高度, mandibular ramal height, MRH)、角前切迹到眶耳平面的距离 (即升支前高度, mandibular anterior height, MAH) (图4), 在三维视图中定点, 软件自动得出测量数据。对 ML、MBL、MRH、MAH, 测量后取左右两侧平均值。

对上述颞下颌关节及下颌生长相关测量项目, 由另 2 位研究者各自测量全部样本, 并在间隔 2 周后各自采用随机数表法抽取 30 例样本测量, 进行重复性及一致性检验。

### 1.6 数据分析

使用 IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM 公司, 美国) 软件对所得数据进行统计学分析, 显著性水平定为 0.05。采用计算 Weighted Kappa 系数的方法进行 SOS 分期的重复性及一致性检验, 采用计算组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 的方法进行颞下颌关节形态及下颌生长测量项目的重复性及一致性检验。对 226 例横向样本, 使用独立样本 *t* 检验分别对颞下颌关节形态分组的生长期前组与相应的生长期后组下颌三维方向的生长进行统计学分析, 比较具有不同颞下颌关节形态的下颌骨生长的差异性。

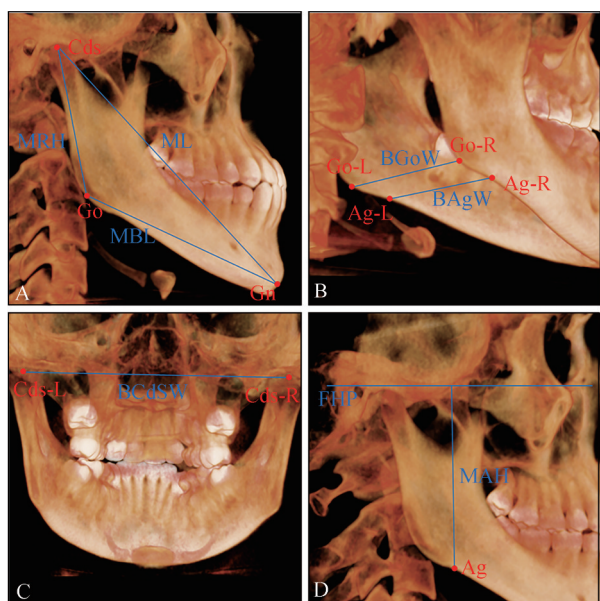


图 4 下颌骨三维测量项目  
A: 三维视图中下颌总长度、下颌体长度、下颌升支高度及标志点; B: 三维视图中下颌角处、角前切迹处下颌宽度及标志点; C: 三维视图中髁突处下颌宽度及标志点; D: 三维视图中升支前高度及标志点、标志线。

图 4 下颌骨三维测量项目

Fig 4 Mandibular three-dimensional measurements

## 2 结果

本研究共收集横向样本290例，根据前述筛选标准排除64例，最终纳入样本226例；其中，男性116例，女性110例；SOS2期121例，SOS3期105例；SOS2期平均年龄(11.16±1.54)岁，SOS3期平均年龄(13.73±1.73)岁。重复性及一致性检验结果显示：SOS分期判断的Weighted Kappa系数均大于0.80，各颞下颌关节形态及下颌生长测量项目的ICC值均大于0.75，表明同一测量者的自身重复性与2位测量者之间的一致性良好(表1、2)。

表 1 SOS分期的重复性与一致性检验

Tab 1 The repeatability and consistency tests of SOS staging

测量项目	重复性检验		一致性检验
	研究者1	研究者2	—
Weighted Kappa系数	0.982	0.964	0.979
P值	<0.001	<0.001	<0.001

测量结果显示：具有不同颞下颌关节形态的下颌骨在三维方向的生长具有差异。无论髁突在关节窝中处于何种位置，在生长高峰期前后下颌

长度及下颌高度均可观察到显著增加。对于下颌宽度，在P<sub>I</sub>类仅观察到了髁突间距的增长，而角前切迹间距、下颌角间距的增长差异无统计学意义，P<sub>II</sub>类在3个位点均未观察到增长，而P<sub>III</sub>类3个位点均观察到了明显增长(表3)。

表 2 颞下颌关节形态与下颌生长的重复性与一致性检验

Tab 2 The repeatability and consistency tests of TMJ morphological characteristics and mandibular growth

测量项目	重复性检验-ICC值		一致性检验-ICC值
	研究者3	研究者4	—
人员	研究者3	研究者4	—
AJS	0.956	0.943	0.910
PJS	0.933	0.913	0.904
CW	0.988	0.984	0.983
CH	0.907	0.899	0.891
CA	0.862	0.916	0.919
CVA	0.927	0.953	0.924
ML	0.998	0.966	0.995
MBL	0.983	0.995	0.967
BAgW	0.998	0.994	0.933
BGoW	0.990	0.986	0.984
BCdSW	0.994	0.981	0.982
MRH	0.998	0.992	0.973
MAH	0.993	0.999	0.985

对于具有不同髁突高颈比的各组，在生长期前后，S<sub>I</sub>类的下颌骨长、宽、高均观察到显著的增加，而S<sub>II</sub>类的下颌骨生长期前后在三维方向上仅观察到髁突间距及下颌高度的增长，未观察到下颌长度、角前切迹间距、下颌角间距的增长差异具有统计学意义，S<sub>III</sub>类的下颌骨长度与高度增长明显，而宽度增长无统计学意义(表4)。

对于具有不同髁突角的各组，在生长期前后，A<sub>I</sub>类可观察到下颌长度、髁突间距、下颌高度的增长，A<sub>II</sub>类可观察到下颌长度及高度的增长而下颌宽度的增长差异无统计学意义，A<sub>III</sub>类可观察到下颌骨长度、宽度、高度均增长明显(表5)。

对于具有不同髁头直立角的各组，在生长期前后，V<sub>I</sub>类可观察到下颌长度、宽度及升支前高度均有明显增长，而未观察到下颌升支高度增长差异具有统计学意义，V<sub>II</sub>类可观察到下颌长度、髁突间距及升支前高度的增加，而角前切迹间距、下颌角间距、升支高度未观察到明显增长，对于V<sub>III</sub>类，可观察到下颌骨长度、髁突间距及下颌高度增长，未观察到角前切迹间距及下颌角间距的增长(表6)。

表 3 具有不同髁突位置的下颌骨生长期前后三维方向尺寸大小

Tab 3 Size of three-dimensional direction of mandibles with different condylar positions before and after growth spurt

测量项目/mm	P <sub>I</sub> 类			P <sub>II</sub> 类			P <sub>III</sub> 类		
	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值
ML	100.94±4.81	105.63±4.67	0.003*	101.69±4.86	105.23±4.64	0.002*	100.21±5.50	104.07±5.99	<0.001*
MBL	61.95±3.88	66.06±3.15	<0.001*	62.21±3.55	65.51±3.80	<0.001*	61.45±3.73	64.74±4.25	<0.001*
BAgW	81.10±3.21	82.26±4.49	0.375	81.24±4.08	81.95±4.36	0.463	78.32±3.81	81.27±3.97	<0.001*
BGoW	87.52±4.35	89.74±5.99	0.196	88.40±5.02	88.60±4.81	0.856	86.54±4.98	89.44±5.89	0.007*
BCdSW	96.32±4.19	100.10±5.46	0.021*	96.14±4.63	98.28±6.03	0.078	94.83±4.69	97.85±5.03	0.002*
MRH	50.14±4.63	54.71±4.64	0.004*	51.74±3.95	54.19±4.46	0.011*	50.24±3.85	53.03±4.54	<0.001*
MAH	59.52±4.05	64.99±4.36	<0.001*	60.38±3.81	64.33±5.19	<0.001*	59.67±4.05	63.27±4.62	<0.001*

注: \*示P<0.05。

表 4 具有不同髁突高颈比的下颌骨生长期前后三维方向尺寸大小

Tab 4 Size of three-dimensional direction of mandibles with different condylar height-neck ratio before and after growth spurt

测量项目/mm	S <sub>I</sub> 类			S <sub>II</sub> 类			S <sub>III</sub> 类		
	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值
ML	99.75±5.38	106.55±4.99	<0.001*	101.57±4.66	103.00±5.22	0.192	100.78±5.35	105.15±5.53	<0.001*
MBL	62.20±3.37	67.09±3.33	<0.001*	62.23±2.97	63.57±3.81	0.074	61.16±4.37	65.36±3.57	<0.001*
BAgW	79.39±4.22	82.80±4.16	0.005*	79.53±4.16	80.45±3.95	0.310	80.32±4.34	81.44±4.73	0.268
BGoW	86.99±4.96	90.94±6.14	0.017*	86.83±4.61	87.67±4.19	0.400	87.97±5.28	89.22±5.23	0.295
BCdSW	96.69±5.99	100.57±5.30	0.002*	94.34±3.25	96.86±4.85	0.011*	96.19±4.68	97.81±5.79	0.159
MRH	51.10±4.43	55.10±5.03	0.004*	50.90±4.23	53.14±3.51	0.012*	50.44±3.73	53.05±4.72	0.006*
MAH	60.38±4.47	65.19±5.10	<0.001*	59.95±4.10	63.49±3.50	<0.001*	59.64±3.63	63.97±5.58	<0.001*

注: \*示P<0.05。

表 5 具有不同髁突角的下颌骨生长期前后三维方向尺寸大小

Tab 5 Size of three-dimensional direction of mandibles with different condylar angle before and after growth spurt

测量项目/ mm	A <sub>I</sub> 类			A <sub>II</sub> 类			A <sub>III</sub> 类		
	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值
ML	100.79±5.73	104.40±5.47	0.007*	101.07±5.19	104.93±5.28	0.002*	100.67±4.58	105.08±5.24	<0.001*
MBL	61.94±3.69	65.32±3.34	<0.001*	61.39±3.50	65.07±4.05	<0.001*	61.71±3.68	65.26±3.95	<0.001*
BAgW	80.87±3.87	81.68±4.19	0.383	79.99±4.41	81.03±3.63	0.273	78.12±4.39	81.91±5.06	0.001*
BGoW	88.56±4.07	90.06±5.62	0.176	87.83±5.09	88.53±5.15	0.561	85.71±5.12	88.37±4.97	0.031*
BCdSW	95.89±4.80	99.85±6.38	0.002*	96.29±4.55	96.83±5.00	0.634	94.35±4.30	98.76±4.31	<0.001*
MRH	50.41±4.16	53.63±4.83	0.002*	51.43±3.97	53.47±4.51	0.044*	50.56±3.97	54.77±4.85	<0.001*
MAH	60.31±3.99	63.97±5.09	<0.001*	59.78±3.82	64.00±4.92	<0.001*	59.48±4.08	64.48±4.95	<0.001*

注: \*示P<0.05。

总的来说,除S<sub>II</sub>类下颌长度、V<sub>I</sub>及V<sub>II</sub>类下颌升支高度在生长高峰期前后的尺寸差异无统计学意义外,其余各组的下颌长度及下颌高度均观察到了明显增长,具有不同颞下颌关节形态的下颌骨三维方向生长的差异主要表现在下颌宽度方面:P<sub>III</sub>类、S<sub>I</sub>类、A<sub>III</sub>、V<sub>I</sub>类在3个位点均观察到显著增长,P<sub>I</sub>类、S<sub>II</sub>类、A<sub>I</sub>类、V<sub>II</sub>、V<sub>III</sub>仅髁突间距观察到明显增长,而P<sub>II</sub>类、S<sub>III</sub>类、A<sub>II</sub>类在3个位点均未观察到明显增长。

### 3 讨论

选择合适的指标预测下颌的生长潜力是正确诊断和治疗发育中的青少年患者的关键,对于正畸治疗来说,由于下颌发育不足或发育过度在临床上十分常见,评估下颌骨的生长发育具有显著突出的意义。髁突是下颌骨重要的生长区<sup>[1]</sup>,下颌骨运动产生的功能刺激维持髁突软骨细胞的有

序生长，并促进未分化间充质细胞向软骨细胞的分化，继而髁突软骨骨化，实现下颌骨的生长<sup>[12-13]</sup>。颞下颌关节的形态结构与下颌骨的形态、位置、生长量具有非常密切的关系<sup>[11,14]</sup>。本研究探究了具有不同颞下颌关节形态特征的青少年生长

期前后下颌骨在三维方向生长的差异，为临床预测下颌骨生长潜力，进而为错殆畸形的正确诊断、合理的矫正设计、精确的预后评估提供了一定的参考标准。

表 6 具有不同髁头直立角的下颌骨生长期前后三维方向尺寸大小

Tab 6 Size of three-dimensional direction of mandibles with different condylar head vertical angle before and after growth spurt

测量项目/mm	V <sub>I</sub> 类			V <sub>II</sub> 类			V <sub>III</sub> 类		
	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值	生长期前组	生长期后组	P值
ML	99.76±4.94	104.49±5.42	<0.001*	102.19±4.87	106.11±5.92	0.003*	100.79±5.58	104.27±4.81	0.005*
MBL	61.30±3.21	64.83±4.22	<0.001*	61.75±3.94	66.68±2.99	<0.001*	62.38±3.93	64.71±3.84	0.011*
BAgW	79.09±4.59	81.34±3.40	0.021*	81.32±4.29	82.85±4.03	0.132	79.30±3.40	80.81±4.59	0.104
BGoW	86.60±5.29	88.77±3.60	0.037*	89.20±4.52	90.15±5.91	0.455	86.71±4.33	88.08±5.82	0.247
BCdSW	96.15±5.10	99.03±4.28	0.011*	96.06±4.21	99.84±5.66	0.002*	93.93±3.62	96.47±5.58	0.021*
MRH	50.70±3.25	52.18±2.89	0.060	52.19±4.49	54.24±4.32	0.055	50.27±3.63	54.04±5.66	<0.001*
MAH	58.85±3.58	62.54±3.77	<0.001*	60.97±4.90	64.66±4.97	0.002*	60.40±3.54	64.00±5.39	0.001*

注：\*示P<0.05。

本研究观察到，在生长期前后，非正中位的髁突，尤其是前位髁突对应的下颌骨宽度增长较髁突中位时明显。不同的颌面部形态可能会影响作用在颞下颌关节上的力<sup>[15]</sup>，前移的髁突由于来自后方的压力减小，激发细胞活性和新基质的形成<sup>[16]</sup>，这可能是促使Ⅲ类患者下颌过度发育的原因之一。髁突在关节窝中的前后位置主要与矢状骨面型相关<sup>[17]</sup>，替牙期功能性Ⅲ类错殆畸形患者髁突即位于前位<sup>[18-19]</sup>，前移位的髁突长期得不到纠正时，颞下颌关节的改建将导致反殆向骨性发展。然而，虽然部分无症状人群仍具有偏前或后位的髁突，但大部分正常人群髁突位于中位，非正中的髁-窝关系常见于存在颞下颌关节疾病的患者<sup>[20-21]</sup>，且髁突位置随年龄的增长而发生变化<sup>[15,22]</sup>。因此，髁突位置易受内外环境影响而成为较不稳定的因素之一，且髁突位置的不同究竟是颌面畸形的原因还是结果目前仍有争论<sup>[23]</sup>，使用髁突位置单独预测下颌生长的可靠性尚待进一步的讨论。

在具有不同形状髁突的下颌骨中，具有S<sub>I</sub>类短而粗髁突的下颌骨在生长期可观察到快速的三维方向生长，这在某种程度上与先前的研究结果一致，即对于下颌偏斜的患者，发育不全侧的髁突较为细小<sup>[24]</sup>。此外，骨性Ⅲ类低角患者髁突呈现髁头短粗、颈部宽大、整体矮胖的形态，骨性Ⅱ类高角患者髁突呈现髁头细长、颈部缩窄、整体高瘦的形态<sup>[25]</sup>，而骨性Ⅲ类错殆畸形患者常见下颌发育过度<sup>[26]</sup>，下颌发育不全在骨性Ⅱ类患者

中较多见<sup>[27]</sup>。一方面，根据一些学者<sup>[28-29]</sup>的研究，高颈比更小的S<sub>I</sub>类髁突有利于与关节窝建立更广泛、密切的联系，并在咀嚼运动中承受应力，因此骨性Ⅲ类患者的颞下颌关节在咀嚼中承受较为有利的应力刺激，而骨性Ⅱ类患者颞下颌关节却受到不稳定应力的作用，这可能影响髁突的正常发育，成为阻碍下颌骨生长发育的原因之一；另一方面，Katsavrias等<sup>[30]</sup>的研究表明，Ⅲ类患者髁突随年龄增加继续生长，而这种生长在Ⅱ类患者早已停止。髁突作为下颌骨重要的生长区，其生长使得下颌骨向前、向下生长，高度与长度增加，因而Ⅲ类患者的髁突生长将进一步导致下颌骨体积的增大。

髁突角更大的A<sub>III</sub>类的下颌在各个方向均表现出显著生长。柳汀<sup>[31]</sup>的研究显示：不同矢状骨面型高角错殆畸形患者的髁突角的大小不同，Ⅱ类高角患者的髁突角小于Ⅰ类高角患者，Ma等<sup>[17]</sup>的研究结果显示：骨性Ⅲ类的髁突角大于骨性Ⅰ、Ⅱ类患者。这说明髁突角大小和下颌骨生长潜力具有一致性，与本研究结果相符。一些关于下颌偏殆畸形的研究<sup>[32-34]</sup>显示：下颌不对称生长和左右两侧髁突角的大小差异有关，且在不同矢状骨面型的偏殆畸形中，骨性Ⅲ类患者的髁突角最大，其次为骨性Ⅰ类患者，而骨性Ⅱ类患者的髁突角最小，但无论是哪一类骨面型，偏斜侧的髁突角均小于非偏斜侧，表明偏斜侧髁突更加向内旋转；同时，上述研究和前人研究<sup>[35]</sup>证实：下颌偏斜的

主要机制是偏斜侧下颌发育不足,而非对照侧下颌发育过度,这说明较小的髁突角可能与下颌发育不足存在密切关系,髁突向内旋转可能作为一种代偿机制补偿高度不足的下颌骨,从而使得咬合更加稳固。

当髁头直立角较小时,下颌升支高度未能表现出明显增长,而当髁头直立角较大时,下颌升支高度增长明显。Santander等<sup>[36]</sup>的研究显示:在不同矢状骨面型中,髁突头部在骨性Ⅲ类患者较为直立,而在骨性Ⅱ类患者向前倾斜的程度更大;在不同垂直骨面型中,髁突头部在低角患者较为直立,而在高角患者较为前倾。这与本研究结果在一定程度上相照应,因为骨性Ⅲ类及低角患者下颌升支高度高于骨性Ⅱ类及高角患者<sup>[25]</sup>。普遍认为,髁突并不沿着升支方向呈直线生长,而是在向上的同时略微向前,甚至向后方生长<sup>[37]</sup>。因此,当髁头直立角较大时,髁突更接近直立,髁突在垂直方向的生长有利于升支高度的增加;相反地,当髁头直立角较小时,髁突更倾向于向矢状方向生长,对升支高度的增长贡献较小。

本研究使用SOS融合阶段作为判断生长发育期的指标,SOS是枕骨和蝶骨之间的软骨生长中心,在颅底生长中起着至关重要的作用。研究<sup>[38-39]</sup>表明,SOS的融合可以作为青春期开始的生物学指标。Al-Gumaci等<sup>[8]</sup>在一项回顾性研究中使用三维测量的方法评估SOS融合阶段与下颌生长的关系,结果显示:SOS成熟阶段可以作为评价和比较下颌骨三维头影测量值的一个有效与可靠的指标,并指出下颌骨在SOS融合的第2~3阶段具有最大的生长量。使用SOS融合阶段作为判断生长发育期的指标而非目前临床上较为常用的指骨与腕骨成熟度(hand and wrist maturation, HWM)、颈椎成熟度(cervical vertebral maturation, CVM),避免了为评估生长发育而额外拍摄X线片,减少了患者所承受的射线剂量及临床诊疗时间<sup>[40]</sup>,且HWM法与CVM法的准确性受到较多质疑,在单独使用评估生长发育时存在缺陷<sup>[41-42]</sup>。另外,随着三维图像技术在口腔科的广泛使用,患者常因各种原因拍摄CBCT片,为使用CBCT图像评估生长发育提供了便利,且其具有高分辨率、高精度度、无放大变形、较低成本的特点,优于传统的二维X线片<sup>[43-46]</sup>。

1) 本研究主要的局限性在于其基于横向样本,虽然纵向研究对于下颌的生长发育能提供更

全面、准确的信息,但考虑到伦理因素,大量纵向样本的收集较为困难,基于部分关于上下颌骨发育的先前研究,本研究选择了横向研究的方法<sup>[8,47-48]</sup>,这导致了无法直接计算下颌的生长量,只能通过比较各组生长期前后下颌三维方向尺寸的差异来表示下颌的生长,因而对于各组均表现出统计学差异的下颌生长指标,无法判断各组之间生长量大小的差别。2) 青少年患者关节盘移位常见,虽然研究表明大部分关节盘移位患者在CBCT影像上可观察到关节间隙的异常增宽或变窄,但没有关节间隙改变并不能说明关节盘处于正常位置<sup>[4,49]</sup>,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)仍是评价关节盘移位的金标准,因此本研究可能不能完全排除存在关节盘移位的样本。3) 由于目前没有关于髁突高颈比、髁突角、髁头直立角的分组方法,本研究主要基于样本分布进行了平均分组,存在一定的局限性。4) 由于髁突具有较强的改建能力,受到周围咀嚼肌作用、功能运动、机体生理或病理状态影响易发生增生、吸收等各种改变,且当前关于颞下颌关节特征与下颌骨生长潜力的研究,尤其是纵向研究较少,颞颌关节的改变究竟是下颌骨生长发育的原因还是结果仍存在争议,因此,建议在临床应用过程中结合其他指标进行判断。

#### 4 结论

综上所述,本研究可以得出如下结论:1) 颞下颌关节形态特征可作为预测下颌骨生长潜力的参考指标,具有不同髁突特征的下颌骨在青春期末生长高峰期期间在各方向上的生长量具有差异;2) 无论髁突在关节窝中处于何种位置,生长高峰期前后,均可观察到下颌长度及高度显著增长,仅在髁突非正中位,尤其髁突处于前位时,观察到下颌宽度增长差异具有统计学意义;3) 髁突短而粗,可观察到下颌在三维方向生长均显著,髁突长而细,可观察到下颌骨长度与高度显著增长而宽度增长差异无统计学意义;4) 髁突角较大,可观察到下颌在三维方向生长均显著,髁突角较小,可观察到下颌长度与高度增长显著而宽度增长差异无统计学意义;5) 髁头直立角较大,可观察到下颌的长度及高度增长显著而宽度增长无统计学意义,髁头直立角较小,可观察到下颌长度与宽度增长显著而高度增长差异无统计学意义;6) 由

于颞下颌关节易受周围结构及机体状态的影响,建议在临床判断下颌生长潜力时结合其他指标。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

## 5 参考文献

- [1] 刘纯, 贾莹, 杨世榕, 等. 大鼠髁突软骨下骨骨微结构生长发育的特征[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(32): 5162-5166.  
Liu C, Jia Y, Yang SR, et al. Characteristics of the growth, development and microarchitecture of condyle subchondral bone in rats[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2022, 26(32): 5162-5166.
- [2] Saccucci M, Polimeni A, Festa F, et al. Do skeletal cephalometric characteristics correlate with condylar volume, surface and shape? A 3D analysis[J]. *Head Face Med*, 2012, 8: 15.
- [3] Al-Gumaei WS, Al-Attab R, Alhammadi MS, et al. Evaluation of spheno-occipital synchondrosis fusion in Chinese population using CBCT: a cross-sectional study[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2022, 23(1): 8-13.
- [4] 傅开元, 胡敏, 余强, 等. 颞下颌关节紊乱病锥形束CT检查规范及诊断标准的专家共识[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(9): 613-616.  
Fu KY, Hu M, Yu Q, et al. Experts consensus on cone-beam CT examination specification and diagnostic criteria of temporomandibular disorders[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(9): 613-616.
- [5] Tun Oo L, Miyamoto JJ, Takada JJ, et al. Three-dimensional characteristics of temporomandibular joint morphology and condylar movement in patients with mandibular asymmetry[J]. *Prog Orthod*, 2022, 23(1): 50.
- [6] Ikeda M, Miyamoto JJ, Takada JJ, et al. Association between 3-dimensional mandibular morphology and condylar movement in subjects with mandibular asymmetry[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(2): 324-334.
- [7] Franklin D, Flavel A. Brief communication: timing of spheno-occipital closure in modern Western Australians[J]. *Am J Phys Anthropol*, 2014, 153(1): 132-138.
- [8] Al-Gumaei WS, Al-Attab R, Al-Tayar B, et al. Comparison of spheno-occipital synchondrosis maturation stages with three-dimensional assessment of mandibular growth[J]. *BMC Oral Health*, 2022, 22(1): 654.
- [9] Okamoto K, Ito J, Tokiguchi S, et al. High-resolution CT findings in the development of the spheno-occipital synchondrosis[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1996, 17(1): 117-120.
- [10] Pullinger AG, Solberg WK, Hollender L, et al. Relationship of mandibular condylar position to dental occlusion factors in an asymptomatic population[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1987, 91(3): 200-206.
- [11] Berraquero R, Palacios J, Rodríguez JI. The role of the condylar cartilage in mandibular growth. A study in thanatophoric dysplasia[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1992, 102(3): 220-226.
- [12] Kajikawa A, Hirabayashi S, Harii K. An experimental study on the growth of condylar cartilage, using a new vascularized mandible heterotopic transplant model[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2003, 61(2): 239-245.
- [13] Shen G, Darendeliler MA. The adaptive remodeling of condylar cartilage—a transition from chondrogenesis to osteogenesis[J]. *J Dent Res*, 2005, 84(8): 691-699.
- [14] Bjork A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants[J]. *Acta Odontol Scand*, 1955, 13(1): 9-34.
- [15] Chen YX, Li LF, Li Y, et al. Comprehensive positional and morphological assessments of the temporomandibular joint in adolescents with skeletal Class III malocclusion: a retrospective CBCT study[J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 78.
- [16] Burke G, Major P, Glover K, et al. Correlations between condylar characteristics and facial morphology in Class II preadolescent patients[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1998, 114(3): 328-336.
- [17] Ma QL, Bimal P, Mei L, et al. Temporomandibular condylar morphology in diverse maxillary-mandibular skeletal patterns: a 3-dimensional cone-beam computed tomography study[J]. *J Am Dent Assoc*, 2018, 149(7): 589-598.
- [18] 戴微微, 王秀颖, 潘思思, 等. 替牙期功能性Ⅲ类错

- 髁突位置的CBCT研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2018, 34(4): 548-551.
- Dai WW, Wang XY, Pan SS, et al. The characteristic of condylar position in the subjects with mixed dentition and Pseudo-Class III malocclusion: a CBCT study[J]. *J Pract Stomatol*, 2018, 34(4): 548-551.
- [19] 胡敏, 毕长青, 周丹, 等. 安氏Ⅲ类错殆正畸前后颞下颌关节形态变化的研究[J]. 现代口腔医学杂志, 2000, 14(5): 317-319.
- Hu M, Bi CQ, Zhou D, et al. The study on TMJ morphological changes in patients with Angle Class III malocclusion pretreatment and after treatment[J]. *J Mod Stomatol*, 2000, 14(5): 317-319.
- [20] Pullinger AG, Solberg WK, Hollender L, et al. Tomographic analysis of mandibular condyle position in diagnostic subgroups of temporomandibular disorders[J]. *J Prosthet Dent*, 1986, 55(6): 723-729.
- [21] Shokri A, Zarch HH, Hafezmaleki F, et al. Comparative assessment of condylar position in patients with temporomandibular disorder (TMD) and asymptomatic patients using cone-beam computed tomography[J]. *Dent Med Probl*, 2019, 56(1): 81-87.
- [22] Cohlmiat JT, Ghosh J, Sinha PK, et al. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion[J]. *Angle Orthod*, 1996, 66(1): 27-35.
- [23] Paknahad M, Shahidi S. Association between condylar position and vertical skeletal craniofacial morphology: a cone beam computed tomography study[J]. *Int Orthod*, 2017, 15(4): 740-751.
- [24] Akahane Y, Deguchi T, Hunt NP. Morphology of the temporomandibular joint in skeletal Class III symmetrical and asymmetrical cases: a study by cephalometric laminography[J]. *J Orthod*, 2001, 28(2): 119-128.
- [25] 韩婧文, 任诗琦, 刘星宇, 等. 成人不同垂直及矢状骨面型髁突特征的研究[J]. 国际口腔医学杂志, 2022, 49(2): 153-162.
- Han JW, Ren SQ, Liu XY, et al. Features of condyles of adult patients with different vertical and sagittal skeletal facial types[J]. *Int J Stomatol*, 2022, 49(2): 153-162.
- [26] Doraczynska-Kowalik A, Nelke KH, Pawlak W, et al. Genetic factors involved in mandibular prognathism[J]. *J Craniofac Surg*, 2017, 28(5): e422-e431.
- [27] Moreno Uribe LM, Howe SC, Kummert C, et al. Phenotypic diversity in white adults with moderate to severe Class II malocclusion[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2014, 145(3): 305-316.
- [28] Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1993, 103(4): 299-312.
- [29] Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part II [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1993, 103(5): 395-411.
- [30] Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005, 128(3): 337-346.
- [31] 柳汀. 不同矢状骨面型高角错殆畸形患者颞下颌关节的CBCT研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2017.
- Liu T. Morphological study on temporomandibular joint in high-angle patients with different sagittal skeletal pattern by CBCT[D]. Tianjin: Tianjin Medical University, 2017.
- [32] Lv WX, Nie Q, Gu Y. Three-dimensional analysis of mandibular characteristics in patients with skeletal Class II malocclusion and chin deviation[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 160(3): 392-400.
- [33] Liu W, Wang Y, Zhang Y, et al. Study of condylar asymmetry in Angle Class III malocclusion with mandibular deviation[J]. *J Craniofac Surg*, 2015, 26(3): e264-e268.
- [34] Kim HO, Lee W, Kook YA, et al. Comparison of the condyle-fossa relationship between skeletal Class III malocclusion patients with and without asymmetry: a retrospective three-dimensional cone-beam computed tomography study[J]. *Korean J Orthod*, 2013, 43(5): 209-217.
- [35] Obwegeser HL, Makek MS. Hemimandibular hyperplasia: hemimandibular elongation[J]. *J Maxillofac Surg*, 1986, 14(4): 183-208.
- [36] Santander P, Quast A, Olbrisch C, et al. Comprehensive 3D analysis of condylar morphology in adults with different skeletal patterns—a cross-sectional study[J]. *Head Face Med*, 2020, 16(1): 33.
- [37] Björk A. Prediction of mandibular growth rotation [J]. *Am J Orthod*, 1969, 55(6): 585-599.

- [38] Shirley NR, Jantz RL. Spheno-occipital synchondrosis fusion in modern Americans[J]. *J Forensic Sci*, 2011, 56(3): 580-585.
- [39] Alhazmi A, Vargas E, Palomo JM, et al. Timing and rate of spheno-occipital synchondrosis closure and its relationship to puberty[J]. *PLoS One*, 2017, 12(8): e0183305.
- [40] Ferrillo M, Curci C, Rocuzzo A, et al. Reliability of cervical vertebral maturation compared to hand-wrist for skeletal maturation assessment in growing subjects: a systematic review[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2021, 34(6): 925-936.
- [41] Gabriel DB, Southard KA, Qian F, et al. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009, 136(4): 478.e1-478.e7, 478-480.
- [42] Zhao XG, Lin JX, Jiang JH, et al. Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation[J]. *Angle Orthod*, 2012, 82(2): 229-234.
- [43] Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice[J]. *J Can Dent Assoc*, 2006, 72(1): 75-80.
- [44] Schlueter B, Kim KB, Oliver D, et al. Cone beam computed tomography 3D reconstruction of the mandibular condyle[J]. *Angle Orthod*, 2008, 78(5): 880-888.
- [45] Diwakar R, Bucci R, Kaushik A, et al. Three-dimensional assessment of temporomandibular joint morphology and facial asymmetry in individuals with different vertical skeletal growth patterns[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(2): 1437.
- [46] Lim YS, Chung DH, Lee JW, et al. Reliability and validity of mandibular posterior vertical asymmetry index in panoramic radiography compared with cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018, 153(4): 558-567.
- [47] Al-Gumaei WS, Long H, Al-Attab R, et al. Comparison of three-dimensional maxillary growth across spheno-occipital synchondrosis maturation stages [J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 100.
- [48] Manabe A, Ishida T, Kanda E, et al. Evaluation of maxillary and mandibular growth patterns with cephalometric analysis based on cervical vertebral maturation: a Japanese cross-sectional study[J]. *PLoS One*, 2022, 17(4): e0265272.
- [49] 陶珂金, 刘光俊, 冯剑颖. 颞下颌关节间隙改变与关节盘移位及程度的关系[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2022, 23(3): 196-200.
- Tao KJ, Liu GJ, Feng JY. Relationship of temporomandibular joint space to disc displacement and degree[J]. *Chin J Prosthodont*, 2022, 23(3): 196-200.

(本文编辑 王姝)

## 《上颌窦黏膜病变的口腔种植风险分析与临床策略》出版发行

书籍名称：上颌窦黏膜病变的口腔种植风险分析与临床策略

主编：容明灯，徐淑兰

出版社：人民卫生出版社

出版时间：2024年4月

内容简介：本书共7章，分别为正常上颌窦及窦黏膜的解剖生理学，常见的上颌窦黏膜的病变类型，伴上颌窦黏膜增厚的上颌窦底提升，伴上颌窦黏膜囊肿/息肉的上颌窦底提升，伴上颌窦膜病变的上颌窦底提升术的常见并发症防治，与种植相关的口腔-耳鼻喉科协作治疗程序，病例总结。本书是口腔种植科与耳鼻喉科专家合作，根据笔者团队多年的临床经验和病例展示，系统和详尽的在该主题内容上展开详细的撰写，同时与时俱进，引入了数字化和鼻内镜等先进微创技术，插入精美的示意图，增加了该书的新颖性、可读性及时代性。