

上颌扩弓对儿童颞下颌关节及气道的影响

<https://doi.org/10.12307/2021.306>

高丽萍¹, 万露¹, 曾曼曼², 李小兵³, 钟雯怡¹

投稿日期: 2020-12-21

送审日期: 2020-12-24

采用日期: 2021-01-23

在线日期: 2021-03-06

中图分类号:

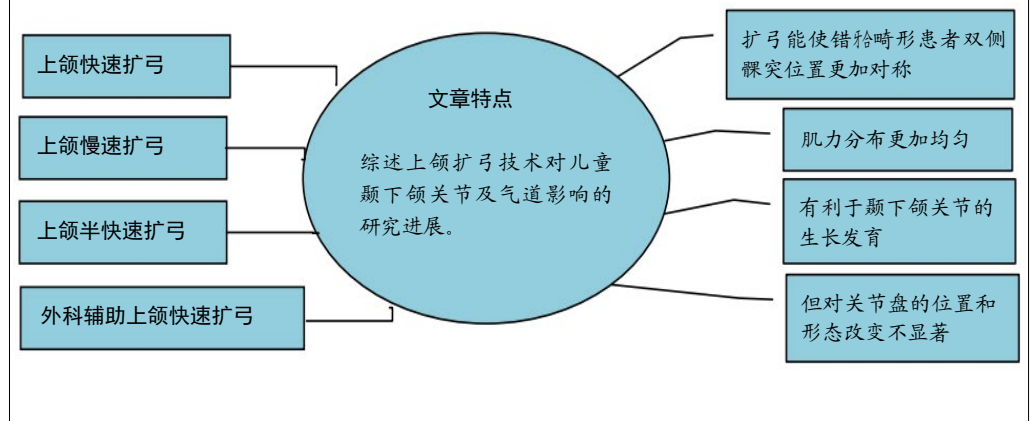
R459.9; R496; R318

文章编号:

2095-4344(2021)35-05723-06

文献标识码: A

文章快速阅读:



文题释义:

上颌扩弓 (maxillary expansion, ME): 是指通过正畸或外科辅助方式打开腭中缝, 扩大上颌横向宽度, 使上、下颌骨宽度及牙弓形态相协调的一种矫治方法。

锁殆: 是后牙的一种错殆畸形, 上颌个别后牙或多数后牙被锁结在下颌后牙的颊侧, 或是下颌个别后牙或多数后牙被锁结在上颌后牙的颊侧(反锁殆), 为锁殆畸形。

摘要

背景: 上颌扩弓技术能够帮助和改善上颌横向宽度发育不足患儿上、下颌骨的协调性, 改变上颌骨周围组织的生长方式, 尤其是对儿童颞下颌关节及气道改变具有重要作用, 能够帮助和引导其沿正常的方向生长。

目的: 综述上颌扩弓技术对儿童颞下颌关节及气道影响的研究进展。

方法: 以“maxillary expansion, palatal expansion, temporomandibular joint, masticatory muscle, airway”及“上颌扩弓, 腭扩展, 颞下颌关节, 咀嚼肌, 气道”为关键词, 在 PubMed、CNKI、万方、Medline 数据库中进行相关文献检索, 排除质量较低及与文章主题无关的研究及试验, 最后纳入 71 篇文献进行仔细阅读分析与总结。

结果与结论: 上颌发育不足的患者由于咬合不平衡, 双侧髁突常常不对称, 使用上颌扩弓技术扩宽上颌骨的同时, 对其周围的组织有一定的影响, 扩弓能使错殆畸形患者双侧髁突位置更加对称, 肌力分布更加均匀, 从而有利于颞下颌关节的生长发育, 但对关节盘的位置和形态改变不显著。此外, 扩弓还能改善鼻腔的体积大小, 提高患者的通气功能, 减轻睡眠呼吸暂停低通气综合征所带来的不良后果。

关键词: 上颌扩弓; 颞下颌关节; 咀嚼肌; 气道; 综述

缩略语: 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征: obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS

Effects of maxillary expansion on temporomandibular joint and airway in children

Gao Liping¹, Wan Lu¹, Zeng Manman², Li Xiaobing³, Zhong Wenyi¹

¹Prevention and Children's Dentistry in the Affiliated Stomatological Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou Province, China; ²Department of Stomatology, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; ³Department of Children's Stomatology, West China School/Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Gao Liping, Master candidate, Prevention and Children's Dentistry in the Affiliated Stomatological Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou Province, China

Corresponding author: Zhong Wenyi, Master, Professor, Prevention and Children's Dentistry in The Affiliated Stomatological Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou Province, China

¹遵义医科大学附属口腔医院预防与儿童牙科, 贵州省遵义市 563000; ²川北医学院口腔医学系, 四川省南充市 637000; ³四川大学华西口腔医院儿童口腔科, 四川省成都市 610041

第一作者: 高丽萍, 女, 1993 年生, 贵州省盘州市人, 汉族, 遵义医科大学在读硕士, 主要从事早期矫治的研究。

通讯作者: 钟雯怡, 硕士, 教授, 遵义医科大学附属口腔医院预防与儿童牙科, 贵州省遵义市 563000

<https://orcid.org/0000-0002-3486-3651> (高丽萍)

基金资助: 四川省科技计划项目 (2018ZDYF980, 2018FZ0099), 项目负责人: 罗嘉庆, 李小兵; 遵义市红花岗区科学技术项目 [遵红科合社字

2017(20)号], 项目负责人: 钟雯怡; 遵市科合 HZ 字 (2020)295 号, 项目负责人: 钟雯怡

引用本文: 高丽萍, 万露, 曾曼曼, 李小兵, 钟雯怡. 上颌扩弓对儿童颞下颌关节及气道的影响 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(35):5723-5728.



Abstract

BACKGROUND: The maxillary expansion technique can help and improve the coordination of the maxilla and mandible and can change the growth pattern of the tissues around the maxilla. Especially, it plays an important role in the change of the temporomandibular joint and the airway in children, and can help and guide their growth along the normal direction.

OBJECTIVE: To review the research progress in the effect of maxillary expansion technique on the temporomandibular joint and airway in children.

METHODS: Literature retrieval was conducted in PubMed, CNKI, WanFang, and Medline. The key words were “maxillary expansion, palatal expansion, temporomandibular joint, masticatory muscle, airway” in English and Chinese, respectively. Studies and experiments of low quality and irrelevant to the topic of the article were excluded. Finally, 71 literatures were included for careful reading and analysis.

RESULTS AND CONCLUSION: In patients with underdevelopment of the maxillary, the bilateral condyles are often asymmetrical due to the unbalanced bite. When the maxillary extension technique is used to widen the maxilla, it has certain influence on the surrounding tissues. Maxillary expansion can make the condylar position on both sides of the patients with malocclusion more symmetrical and the muscle force distribution more uniform, which is conducive to the growth and development of the temporomandibular joint, but has no significant change in the position and shape of the joint disc. In addition, maxillary expansion can also improve the volume of the nasal cavity, improve the ventilation function of patients, and therefore, reduce the adverse consequences caused by obstructive sleep apnea hypopnea syndrome.

Key words: maxillary expansion; temporomandibular joint; masticatory muscle; airway; review

Funding: the Science & Technology Department of Sichuan Province, No. 2018ZDYF980 and 2018FZ0099 (to LJQ and LXB); the Science and Technology Project of Honghuagang District, Zunyi City, No. 2017 (20) and (2020) 295 (both to ZWY)

How to cite this article: GAO LP, WAN L, ZENG MM, LI XB, ZHONG WY. Effects of maxillary expansion on temporomandibular joint and airway in children. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2021;25(35):5723-5728.

0 引言 Introduction

骨性Ⅲ类错𪚩畸形是儿童𪚩发育异常中较常见的一种类型。一般涉及上、下颌骨的矢状向发育异常，其特征是下颌发育过度伴或不伴有上颌发育不足，且多有家族遗传史^[1]。骨性Ⅲ类错𪚩患儿大多伴有上颌横向发育不足，上颌横向发育不足常伴有后牙反𪚩/反锁𪚩、腭盖高拱、牙列拥挤、前庭沟加深加宽等错𪚩畸形的表现^[2]，对患儿的颜面外形的发育、咬合关系的建立以及健康心理的形成等都会带来较为严重的不良影响，如若不加以治疗，随着年龄的增长，这些错𪚩畸形的表现会逐渐加重^[3]。对于上颌横向发育不足的患儿，目前临床通常使用上颌扩弓技术以达到矫治错𪚩畸形的目标，通过打开腭中缝，使上颌横向宽度增加，上、下颌骨及牙弓形态的协调关系恢复正常，为正畸治疗创造间隙，从而降低Ⅱ期矫治难度^[4]。临床上常用的上颌扩弓技术包括上颌快速扩弓、上颌慢速扩弓、外科辅助上颌快速扩弓、种植体支抗辅助上颌快速扩弓等。

颞下颌关节(temporomandibular joint, TMJ)在颜面部的生长、发育中具有重要的作用。尽管从胚胎时期至胎儿出生、从婴儿的吮吮到幼儿的咀嚼、吞咽、呼吸等，遗传因素仍在其中发挥主导作用，但颞下颌关节作为颅颌面唯一的能动关节，具有控制面部生长、发育方向，能够引导下颌骨沿长、宽、高三维向生长，同时增加髁突随颞下凹向侧方生长的可能性，从而完成正常咬合关系的建立^[5]。上颌横向发育不足的患儿，常伴有鼻腔狭窄、气道阻塞、鼻-气道流量减少等临床表现^[6]。长期处于该状态的患儿，容易在睡眠中引发低氧血症和暂时性的呼吸暂停。张口呼吸能够在一定程度上改善此类患儿的低通气状态，但由于改变了鼻腔中气流的主要流向，使鼻腔气道内压力降低，这为气道周围腺样体的增生提供有力条件。当腺样体增生、肥大后，反而会加重气道阻塞的程度，最终导致阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS)的形成。儿童时期的 OSAHS 会导致患儿严重的身体、精神及运动功能

障碍，因此为避免或减轻 OSAHS 带来的严重不良后果，此类患儿应及早发现和治疗。上颌快速扩弓是患有 OSAHS 儿童的有效治疗方法之一^[7]，能够帮助改善口呼吸状态，引导患儿恢复正常的呼吸习惯和减轻气道阻力^[8]。因此，文章将对上颌扩弓对骨性Ⅲ类患儿颞下颌关节和气道的影响进行综述。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 应用计算机检索万方、PubMed、CNKI、Medline 数据库，检索时间设置为 1975 至 2020 年。中文检索词为“上颌扩弓，腭中缝扩展，颞下颌关节，咀嚼肌，气道”；英文检索词为“maxillary expansion, palatal suture expansion, temporomandibular joint, masticatory muscle, airway”。

1.2 文献筛选标准

1.2.1 纳入标准 ①与上颌扩弓、儿童骨性Ⅲ类错𪚩畸形相关的文献；②与上颌扩弓、颞下颌关节、气道相关的研究、荟萃分析和系统综述。

1.2.2 排除标准 ①与该文主题不相干的文章；②重复性研究；③较为陈旧的文章；④质量较低的文章。

1.3 质量评估及数据的提取 共检索到 725 篇文章，通过阅读摘要及结论进行初步筛选，排除部分不符合纳入标准的文献，最终纳入 71 篇文章进行综述。文献检索流程见图 1。

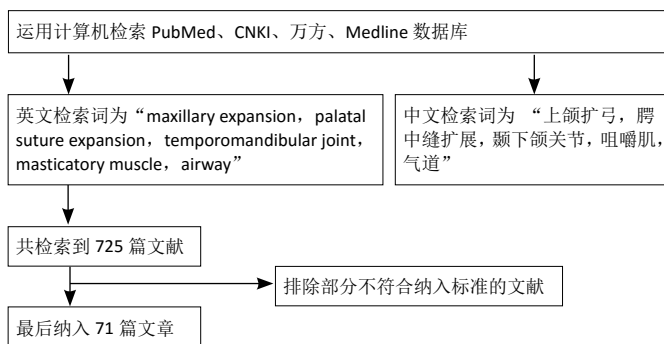


图 1 | 文献检索流程图

2 结果 Results

2.1 上颌扩弓的基本技术要点、生物力学机制及临床应用

2.1.1 上颌扩弓的定义、类型及方法 上颌扩弓是指通过正畸或外科辅助方式打开腭中缝，扩大上颌横向宽度，使上、下颌骨宽度及牙弓形态相协调的一种矫治方法。上颌扩弓按扩弓速度主要分为上颌快速扩弓、上颌慢速扩弓、上颌半快速扩弓、外科辅助上颌快速扩弓^[9](见表1)。

表1 | 上颌扩弓类型及特点

上颌扩弓	特点
上颌快速扩弓	通常使用螺旋扩弓器，早晚各逆时针旋转1次，每次旋转1/4圈，每天可获得0.5-1mm间隙
上颌慢速扩弓	与上颌快速扩弓相比，上颌慢速扩弓的速度较慢，例如四眼扩弓簧，每周旋转1次，每次1/4圈，每周打开1mm间隙
外科辅助上颌快速扩弓	多用于上颌骨缝已经完全闭合，生长发育结束，但患有严重骨性错颌畸形的患者
单纯使用扩弓器	主要靠牙齿倾斜来实现上颌扩张，这类患者可通过手术切开腭中缝，再配合使用上颌快速扩弓来实现上颌骨扩张 ^[10]

2.1.2 上颌扩弓的生物力学机制 上颌扩弓的原理是通过较大的机械力牵拉以打开腭中缝，促进腭中缝处的骨质沉积，从而实现扩大上颌横向宽度的目标。上颌快速扩弓及上颌慢速扩弓均能有效增加上颌骨的横向宽度，但二者的机制稍显不同。上颌快速扩弓主要作用于腭中缝^[11]，是以扩大上颌骨性轮廓为主，能够实现最大程度的骨性扩张和较小的牙齿倾斜移动^[12]。上颌慢速扩弓则主要作用于后牙牙颈部，通过牙齿倾斜移动，间接改变牙槽骨的骨弓轮廓，同时实现牙弓轮廓的扩大，与上颌快速扩弓相比较少作用于腭中缝^[11]。此外，也有研究指出上颌扩弓可引起上颌骨周围组织结构的变化，例如上颌扩弓能够改变鼻-上颌复合体的解剖生理结构，对改善鼻腔功能和提升鼻通气量也有一定的作用^[13]。

2.1.3 上颌扩弓的临床运用时机 不同年龄阶段的儿童，其腭中缝的骨化程度不同。随着年龄的增长，腭中缝处的骨质逐渐沉积、融合，钙化程度的增加也相应增大了扩弓的难度^[14-15]。MELSEN^[16]研究表明，腭中缝在10岁以前是未完全闭合的，大抵在14岁实现交错融合，对于未完全闭合的年轻患儿，单独使用扩弓器就能很好地完成腭中缝的扩展^[17]。也有学者认为，20-25岁时腭中缝才能完全闭合^[18]，因此，对于错过青春生长迸发期的患儿，仍然可以考虑通过扩弓来改善上颌横向宽度不足的状态。

CAMERON等^[19]认为在骨生长停滞之前，上颌扩弓的应用能够最大程度地实现骨缝的扩张和生理性骨质沉积，从而达到较好的长期效果。对于骨性III类伴有上牙弓狭窄的患儿，由于骨缝未完全闭合尚具有较大的生长潜力，但是延迟矫治时间，容易造成不可逆的骨性畸形，因此扩弓时机的选择就显得尤为重要。上颌扩弓主要适用于腭中缝未闭合、仍具有生长潜力的儿童及青少年^[9]。临床上多选择尚在生长发育高峰期的患儿进行上颌快速扩弓治疗^[20-21]，而对于学龄前儿童通常不能使用上颌快速扩弓，其原因在于上颌快速扩弓容易

导致鼻的“弓背样”畸形^[22]。相反地，上颌慢速扩弓更适用于矫治年龄较小的患者，其力较轻柔、对腭部及牙周组织的损伤较小、矫治后期稳定较好、复发率较低，但其扩弓速度会更慢^[18]。此外，也有不少学者观察发现，年龄越小的患者越容易扩开腭中缝^[23]，从而能够更快地完成矫治目标。

2.2 上颌扩弓对儿童颞下颌关节发育的影响

2.2.1 儿童颞下颌关节生理性发育及改建的特点 由于颞下颌关节在下颌运动中所处的关键位置，决定了下颌咀嚼、吞咽、说话和呼吸功能的协调发展^[24]。儿童的颞下颌关节骨改建活跃，能够适应动态负荷下的功能性压应力的变化^[25]，通过将力传导至下颌骨骨化中心——髁突，引起髁突软骨膜增生形成纤维软骨，随后逐层钙化^[26]。通过这种软骨内成骨的方式，最终实现下颌骨沿生物力学方向进行的三维向生长。上颌扩弓能够间接改变髁突内应力的分布，刺激并诱导髁突软组织细胞的增生，从而实现对髁突形态的改建^[27]。不少学者研究发现，儿童时期的髁突还处在生长发育阶段，仍具有重新定位、改建和重塑的能力，上颌快速扩弓可重新定位髁突在关节窝内的位置^[28]，并引导髁突头和髁突颈的重塑^[29]。骨性III类反颌的患儿，往往伴有髁突位置不对称，双侧髁突所受的功能性压力不一致，进而导致髁突的发育畸形，甚至引起整个面型的偏斜，尽早治疗才能保证此类患儿的下颌骨沿着正确的方向生长。

2.2.2 上颌扩弓对儿童早期髁突所处关节窝位置的改变及生理意义 正常情况下，儿童在乳牙颌时期，颞下颌关节所处的位置尚不稳定，在“六龄牙”萌出建颌以后，达到牙尖交错位时髁突处于对称的、最前、最上位。错颌畸形会改变髁突的相对位置^[30]，并引导髁突侧向移位，有研究通过髁突冠状角观察证实，这种髁突的移位是向前、下方进行的^[31]，也有研究发现后牙反颌患者扩弓之前，两侧髁突位置在关节窝中有明显的差异性，非反颌侧髁突的位置比反颌侧偏前^[32]。对上颌横向发育异常的患儿，在进行早期干预时，能够帮助矫正后牙反颌，改变原先的髁突位置，帮助实现髁突重塑^[33]。LIPPOLD等^[34]发现，对处于生长发育期中的儿童，使用上颌快速扩弓能够在短期内改变髁突-窝的关系，改善髁突间的对称关系。从远期效果来看，上颌快速扩弓矫治1年后后牙反颌患者的颅面部不对称性得到明显改善，而对于单侧后牙反颌患者的下颌骨也可发生显著变化，双重髁突位置变得相对对称^[35]，对于功能性单侧后牙反颌的患儿，目前的研究多表明早期使用上颌扩弓更有利于髁突及关节的生长发育。早期矫治单侧后牙反颌可以改善咬合接触和提高咬合稳定性^[36]，经过扩弓后，反颌和非反颌的髁突分别随下颌前移和后移^[27]，双侧髁突位置更加对称^[33]。VITRAL等^[37]研究发现，当使用上颌快速扩弓后，在正中关系-最大牙尖交错位时患者下颌功能性移位改善，颞下颌关节的CT图像显示髁突适应了一种新的颌位情况，髁突位置更对称更完美。同样，有学者发现在上颌扩弓前后，使用超声技术测量系统观察到髁突在正中和习惯性咬合间的异常移位减少，上颌扩弓后患者

面部变得对称,下颌的功能性移位得到改善^[34]。因此,改善髁突-关节窝之间的关系,对生长发育期的儿童而言,能够正确引导其下颌生长,对促进上、下牙弓协调一致发挥重要作用^[38]。但也有学者认为后牙反𪙇的矫正与髁突位置无关。COSKUNER等^[39]认为用四眼圈簧扩张上颌可以在一定程度上纠正II类关系,然而对颞下颌关节没有显著影响。MCLEOD等^[40]使用CBCT对上颌扩张前后的髁突位置进行三维评估后发现,治疗组和对照组之间髁突的位置变化并不显著,尽管双侧髁突在关节窝内的位置改变在测量中具有统计学意义,但并没有实际的临床应用价值。

尽管目前针对后牙反𪙇的患儿是否早期治疗尚有少许争议,但大多数学者支持为颞下颌关节创造一个良好的发育环境,早期矫治是必须的。它的意义在于对于那些严重影响髁突的发育及髁突-关节窝关系建立的错𪙇畸形,早期使用上颌扩弓能够借助儿童髁突的生长发育潜力及重塑能力,使移位的髁突尽早回到正确位置,防止进一步恶化。

2.2.3 上颌扩弓对儿童早期关节盘-髁关系改变及生理意义 关节盘位于关节窝内、髁突头的上方,呈卵圆形、双凹状,具有缓冲应力的作用。在张闭口及咀嚼运动时,髁突与关节盘的动度协调一致,共同完成颞下颌关节的转动和滑动等生理过程。目前,关于上颌扩弓对儿童早期盘-髁关系的作用,大多数学者认为,扩弓不会影响关节正常的盘-髁关系,也不会造成关节盘形态和位置的变化^[41-42]。MASI等^[41]对30例功能性单侧后牙反𪙇的患儿使用Haas型矫治器进行上颌扩弓后,采用MRI对治疗前后关节盘的位置、形态大小进行评估和测量,发现上颌扩弓后关节盘的位置和形态并没有任何变化;ARAT等^[29]通过对7例单侧后牙反𪙇和11例双侧后牙反𪙇患者进行扩弓治疗,也得出了相似的结论,并推论可能是由于关节盘的软组织结构对压应力有较好的缓冲作用所致。此外,有部分学者对安氏II类及III类错𪙇患者进行上颌扩弓治疗后,关节盘的位置出现可复性的前移^[37, 43],具体的作用机制尚不清楚^[44]。

2.2.4 上颌扩弓对颞下颌关节周围咀嚼肌的影响 上颌扩弓对颞下颌关节周围咀嚼肌是否存在作用,一直以来不同学者所持观点不同。对于后牙反𪙇患者,研究发现反𪙇的治疗有助于提高咀嚼肌的活动,使肌肉张力增加,使其接近正常咬合的水平^[45]。有学者对上颌扩弓与后牙反𪙇患者颞肌及咬肌肌电活动的关系发现,正畸治疗移动到正常且更有利的咬合关系时,颞肌与咬肌的肌电活动得到不同程度的增强^[46]。在对咀嚼肌收缩活动之间的协调性研究中表明,对治疗前肌肉协调性良好的儿童来说,咀嚼肌群能够很好地适应上颌快速扩弓^[36]。ARAT等^[29]研究发现,上颌快速扩弓术后,患者咀嚼过程中颞前肌与咬肌的肌电活动明显下降,但扩弓完成后1.5个月,其肌电活动均上升到扩弓前,术后3个月,其肌电活动对称并下降到正常值内。

上颌扩弓对单侧后牙反𪙇肌肉活动影响的研究中,有学者发现,有或无单侧后牙反𪙇的儿童在功能运动中均存在轻

微的颞前肌和咬肌的不对称性活动,且单侧后牙反𪙇儿童的肌肉不对称程度并不高于无反𪙇的健康儿童^[47]。因此上颌快速扩弓对单侧后牙反𪙇肌肉活动的协调性及对称性仍需进一步的研究。

2.3 上颌扩弓对儿童气道改变的影响 上颌快速扩弓不仅仅作用于腭中缝,还影响上颌骨及相关组织结构的变化,上颌牙弓狭窄患儿经上颌快速扩弓治疗后,鼻上颌复合体增宽,鼻咽及腭咽容积增加^[48]。使用上颌快速扩弓时,腭中缝、翼上颌缝、鼻上颌缝、额上颌缝处应力较大,能使上颌骨产生金字塔形扩展,金字塔的顶点为鼻骨,基部位于口腔侧,鼻腔的后上部分在横向方向上移动最小,并且鼻底处的鼻腔宽度增加,上颌有向下和向前的运动及向后旋转的趋势^[49],气道容积的变化受扩弓速度影响。与上颌慢速扩弓相比,上颌快速扩弓使鼻腔和鼻咽的体积增加更大^[50]。KARAMAN等^[51]发现鼻软组织的长度随着上颌骨的向前移位而增加,鼻软组织的宽度也明显增加^[52],能够显著改变鼻腔的内部结构大小,显著增加了鼻腔和鼻咽的体积^[53],鼻腔和咽部的气流压力均有下降,鼻气流增加,气道阻力降低^[54],改善儿童和青少年的呼吸^[55]。

上颌发育不足的患者常伴有OSAHS,它是一种具有多种病因的睡眠障碍^[56]。对于儿童,腺扁扁桃体肥大仍然是其主要解剖学危险因素。OSAHS特征是入睡时气道全部/部分阻塞,口-鼻气流降低,导致低氧血症和高碳酸血症^[57],而此时期是大脑发育的关键时期,睡眠障碍会导致严重的不良后果,如发育迟缓、认知和行为异常、多动、注意力不集中、学习成绩差、心血管及其内皮功能障碍以及整体生活质量下降^[58]。从此角度说明OSAHA的治疗非常迫切,需要及早发现和治理。对于扁扁桃体肥大的患儿,腺扁扁桃体切除术已成为儿童OSAHS的首选治疗方法,但它们不能完全缓解疾病症状^[59]。对上颌发育不足、下颌后缩伴OSAHS和打鼾的患儿,正畸治疗也起着重要作用,上颌快速扩弓能使鼻腔的外壁扩张、腭穹隆下降、鼻中隔变直^[60],从而增加鼻腔体积、降低鼻腔对气流的阻力,鼻呼吸增加使腺样体倾向于恢复到生理性萎缩状态^[61],扁扁桃体变小,从而有助于增加呼吸空间^[62],这种作用在鼻腔的下部分更为明显^[63],可以改善气道狭窄,提高呼吸的质量^[64]。通过改善呼吸暂停低通气指数^[65],增加平均血氧饱和度^[66],从而减轻OSAHS并改善多导睡眠指标^[67]。上颌快速扩弓扩宽上颌骨及牙弓的宽度的同时,也能够改善舌头的位置,使嘴唇在闭口时能够正常闭合,它也间接增加口咽间隙^[68],这对于改善呼吸功能和颅面发育的治疗稳定性至关重要^[69]。使用上颌快速扩弓对声音也有一定的影响^[70],并且发现用于评价语音质量的参数与鼻腔宽度的增加呈显著正相关^[71],但目前关于这些内容尚处于研究阶段,有待进一步证实。

3 总结及展望 Conclusions and prospects

上颌扩弓用于治疗儿童早期上牙弓狭窄的效果是毋庸置疑的^[4],尤其是对于处在生长发育高峰期前的骨性III类伴

上颌横向发育不足的患儿。大多数研究认为上颌扩弓能促进髁突的健康发育,改善髁突的位置,使双侧髁突在关节窝的位置变得相对对称^[34],对颜面部的生长发育及美观均有明显改善,但对关节盘的位置及形态的改变并未见明显的影响。上颌扩弓除了能够扩宽上颌骨,对其周围的邻近组织也有积极的作用,如能改善鼻腔、咽腔的大小,增加通气,有利于呼吸功能的改善,减轻 OSAHS 所带来的不良后果。但是目前针对上颌扩弓的远期稳定性、关节结节受损情况及扩弓对 OSAHS 形成及预后的相关机制研究尚不完全清楚,未来可对上颌扩弓的长期临床治疗效果深入探究,并结合上颌扩弓的机制提出解决严重不良预后的 OSAHS 患儿的气道问题,帮助并引导患儿沿正常的发育趋势和方向生长,从而避免了严重畸形的产生和发展。

作者贡献: 该综述为第一作者和通讯作者共同设计,全体作者参与资料收集和文献筛选,第一作者进行归纳、总结、成文及修改,通讯作者审核。

经费支持: 该文章接受了“四川省科技计划项目(2018ZDYF980, 2018FZ0099)”“遵义市红花岗区科学技术项目[遵红科合社字 2017(20)号]”及“遵市科合 HZ 字(2020)295 号”的资助。所有作者声明,经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

写作指南: 该研究遵守《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

[1] GUPTA ND, MAHESHWARI S, MITTAL S. Treatment of Class III by Biphasic therapy. *Indian Ortho Soc.* 2005;38:193-197.

[2] MOMMAERTS MY, ABELOOS JVS, NEYT NMF, et al. Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities. *Cranio-Maxillofac Surg.* 2002;30(3):139-143.

[3] 裘军,王萍,王列炜,等.安氏Ⅲ类错颌畸形非拔牙矫正前后头影测量分析研究[J].*临床军医杂志*,2012,40(1):180-181.

[4] 李小兵.基于牙弓形态大小发育的青少年隐形矫治[J].*中国实用口腔科杂志*,2019,12(8):449-454.

[5] 韩科,张豪.胎学理论与临床实践[M].北京:人民军医出版社,2014:39-40.

[6] CHIARI S, ROMSDORFER P, SWOBODA H, et al. Effects of rapid maxillary expansion on the airways and ears—a pilot study. *Eur J Orthod.* 2009;31(2):135-141.

[7] MACHADO-JÚNIOR AJ, ZANCANELLA E, CRESPO AN. Rapid maxillary expansion and obstructive sleep apnea: A review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016;21(4):e465-469.

[8] CAMACHO M, CHANG ET, SONG SA, et al. Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope.* 2017;127(7):1712-1719.

[9] MCNAMARA JA JR, FRANCHI L, MCCLATCHEY LM. Orthodontic and orthopedic expansion of the transverse dimension: A four decade perspective. *Semin Orthod.* 2019;25(1):3-15.

[10] SYGOUROS A, MOTRO M, UGURLU F, et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: Cone beam computed tomography evaluation of different surgical techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(6):748-757.

[11] BRUDER C, ORTOLANI CLF, LIMA TA, et al. Evaluation of palate area before and after rapid maxillary expansion, using cone-beam computed tomography. *Dental Press J Orthod.* 2019;24(5):40-45.

[12] GECGELEN M, AKSOY A, KIRDEMIR P, et al. Evaluation of stress and pain during rapid maxillary expansion treatments. *J Oral Rehabil.* 2012;39(10):767-755.

[13] LIU JL, LI HF, YAN H. Comparing the effects of fast and slow expansion on nasal cavity and maxilla structure. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2019;37(5):533-536.

[14] MORALIS A, ZITZMANN K, GOSAU M, et al. The effects of surgical expansion of the maxillary arch and its consequences for the incisor axis. *Cranio-Maxillofac Surg.* 2016;44(5):569-573.

[15] ANGELIERI F, FRANCHI L, CEVIDANES LH, et al. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(6):1010-1016.

[16] MELSEN B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42-54.

[17] 徐舒豪,黄诗言,饶南荃,等.上颌横向发育不足的临床治疗进展[J].*临床口腔医学杂志*,2016,32(4):251-253.

[18] 张晓芸.颅面部生长发育与错颌畸形的矫正时机(一)[J].*中华口腔正畸学杂志*,2012,19(1):41-45.

[19] CAMERON CG, FRANCHI L, BACCETTI T, et al. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(2):129-135.

[20] MCNAMARA JA JR, LIONE R, FRANCHI L, et al. The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog Orthod.* 2015;16(1):33.

[21] MOAWAD SG, BOUSERHAL J, AL-MUNAJED MK. Assessment of the efficiency of Erbium-YAG laser as an assistant method to rapid maxillary expansion: An in vivo study. *Int Orthod.* 2016;14(4):462-475.

[22] 陈扬熙.口腔正畸学:基础、技术与临床[M].北京:人民卫生出版社,2012:560-561.

[23] 张月兰,韦大鹏,BLESSING S,等.上颌四眼圈簧扩弓后对上颌牙齿及上颌骨变化影响的 CBCT 研究[J].*实用口腔医学杂志*,2016,32(2):216-219.

[24] FANGHÄNEL J, GEDRANGE T. On the development, morphology and function of the temporomandibular joint in the light of the orofacial system. *Ann Anat.* 2007;189(4):314-319.

[25] RAVOSA MJ, KANE RJ. Dietary variation and mechanical properties of articular cartilage in the temporomandibular joint: Implications for the role of plasticity in mechanobiology and pathobiology. *Zoology (Jena).* 2017;(10)124:42-50.

[26] UTRÉJA A, DYMENT NA, YADAV S, et al. Cell and matrix response of temporomandibular cartilage to mechanical loading. *Osteoarthritis Cartilage.* 2016;24(2):335-344.

[27] PAPACHRISTOU D, PIRTINIEMI P, KANTOMAA T, et al. Fos- and Jun-related transcription factors are involved in the signal transduction pathway of mechanical loading in condylar chondrocytes. *Eur J Orthod.* 2006;28(1):20-26.

[28] LIMA FILHO RM, DE OLIVEIRA RUELLAS AC. Mandibular behavior with slow and rapid maxillary expansion in skeletal Class II patients: A long-term study. *Angle Orthod.* 2007;77(4):625-631.

[29] ARAT FE, ARAT ZM, TOMPSON B, et al. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 3: Magnetic resonance assessment of condyle-disc relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):830-836.

[30] LEONARDI R, CALTABIANO M, CAVALLINI C, et al. Condyle Fossa relationship associated with functional posterior crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1040-1046.

- [31] MELGAÇO CA, COLUMBANO NETO J, JURACH EM, et al. Immediate changes in condylar position after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(6):771-779.
- [32] 苏盈盈, 王春玲, 李红, 等. 儿童功能性单侧后牙反胎患者的髁突对称性及矫治后髁突位置变化的研究 [J]. *口腔医学*, 2009,29(6): 305-308.
- [33] KECIK D, KOCADERELI I, SAATCI I. Evaluation of the treatment changes of functional posterior crossbite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):202-215.
- [34] LIPPOLD C, HOPPE G, MOISEENKO T, et al. Analysis of condylar differences in functional unilateral posterior crossbite during early treatment-a randomized clinical study. *J OrofacOrthop.* 2008;69(4):283-296.
- [35] EVANGELISTA K, FERRARI-PILONI C, BARROS LAN, et al. Three-dimensional assessment of craniofacial asymmetry in children with transverse maxillary deficiency after rapid maxillary expansion: A prospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23(3):300-312.
- [36] DI EP, TEPEDINO M, CHIMENTI C, et al. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion on masticatory muscles activity. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(5):e635-e640.
- [37] VITRAL RW, FRAGA MR, DE OLIVEIRA RS, et al. Temporomandibular joint alterations after correction of a unilateral posterior crossbite in a mixed-dentition patient: A computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(3):395-399.
- [38] TORRES D, LOPES J, MAGNO MB, et al. Effects of rapid maxillary expansion on temporomandibular joints: A systematic review. *Angle Orthod.* 2020;90(3):442-456.
- [39] COSKUNER HG, CIGER S. Three-dimensional assessment of the temporomandibular joint and mandibular dimensions after early correction of the maxillary arch form in patients with Class II Division 1 or Division 2 malocclusion. *Korean J Orthod.* 2015;45(3):121-129.
- [40] MCLEOD L, HERNÁNDEZ IA, HEO G, et al. Condylar positional changes in rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computer tomography. *Int Orthod.* 2016;14(3):342-356.
- [41] MASI M, LEDERMAN HM, YAMASHITA HK, et al. Temporomandibular joint evaluation with magnetic resonance imaging in children with functional unilateral posterior crossbite, treated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):207-217.
- [42] STOCUM DL, ROBERTS WE. Part I: Development and Physiology of the Temporomandibular Joint. *Current Osteoporosis Reports.* 2018;16(4) 360-368.
- [43] PINTO AS, BUSCHANG PH, THROCKMORTON GS, et al. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(5):513-520.
- [44] RUF S, WÜSTEN B, PANCHERZ H. Temporomandibular joint effects of activator treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and clinical study. *Angle Orthod.* 2002;72(6):527-540.
- [45] MASPERO C, GIANNINI L, GALBIATI G, et al. Neuromuscular evaluation in young patients with unilateral posterior crossbite before and after rapid maxillary expansion. *Stomatologija.* 2015;17(3):84-88.
- [46] FARRONATO G, GIANNINI L, FOLEGATTI C, et al. Impacted maxillary canine on the position of the central incisor: Surgical-orthodontic repositioning. *Minerva Stomatol.* 2013;62(4):117-125.
- [47] MICHELOTTI A, RONGO R, VALENTINO R, et al. Evaluation of masticatory muscle activity in patients with unilateral posterior crossbite before and after rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 2019;41(1):46-53.
- [48] 常大桐, 周彦恒, 刘伟涛. 上颌反复快速扩缩对上气道影响的锥束CT研究 [J]. *北京大学学报 (医学版)*, 2017,49(4):685-690.
- [49] PRIYADARSHINI J, MAHESH CM, CHANDRASHEKAR BS, et al. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion-a finite element method study. *Prog Orthod.* 2017;18(1):1-8.
- [50] LOTFI V, GHONEIMA A, LAGRAVERE M, et al. Three-dimensional evaluation of airway volume changes in two expansion activation protocols. *Int Orthod.* 2018;16(1):144-157.
- [51] KARAMAN AI, BASCIFTC JFA, GELGÖR IE, et al. Examination of soft tissue changes after rapid maxillary expansion. *World J Orthod.* 2002;3(3): 217-222.
- [52] PANGRAZIO-KULBERSH V, WINE P, HAUGHEY M, et al. Cone beam computed tomography evaluation of changes in the naso-maxillary complex associated with two types of maxillary expanders. *Angle Orthod.* 2012;82(3):448-457.
- [53] KAVAND G, LAGRAVERE M, KULA K, et al. Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2019;89(4):566-574.
- [54] BAZARGANI F, MAGNUSON A, LUDWIG B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2018;40(3):281-284.
- [55] ALYESSARY AS, OTHMAN SA, YAP AUJ, et al. Effects of non-surgical rapid maxillary expansion on nasal structures and breathing: A systematic review. *Int Orthod.* 2019;17(1): 12-19.
- [56] HOPPS E, CAIMI G. Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Links Between Pathophysiology and Cardiovascular Complications. *Clin Invest Med.* 2015;38(6):E362-370.
- [57] KATZ ES, WHITE DP. Genioglossus activity in children with obstructive sleep apnea during wakefulness and sleep onset. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(6):664-670.
- [58] MARCUS CL, MOORE RH, ROSEN CL, et al. A randomized trial of adenotonsillectomy for childhood sleep apnea. *N Engl J Med.* 2013; 368(25):2366-2376.
- [59] WEISSBACH A, LEIBERMAN A, TARASIUK A, et al. Adenotonsillectomy improves enuresis in children with obstructive sleep apnea syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006;70(8):1351-1356.
- [60] BUCK L, DALCI O, DARENDELILER M, et al. Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2016;39(5):463-473.
- [61] TAPIA IE, MARCUS CL, MCDONOUGH JM, et al. Airway Resistance in Children with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Sleep.* 2016;39(4): 793-799.
- [62] BIANCHI A, BETTI E, TARSITANO A, et al. Volumetric three-dimensional computed tomographic evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnoea syndrome treated by maxillo-mandibular advancement. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2014;52(9):831-837.
- [63] VINHA PP, ECKELI AL, FARIA AC, et al. Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on obstructive sleep apnea and daytime sleepiness. *Sleep Breath.* 2016;20(2):501-508.
- [64] EICHENBERGER M, BAUMGARTNER S. The impact of rapid palatal expansion on children's general health: a literature review. *Eur J Paediatr Dent.* 2014;15(1):67-71.
- [65] VALE F, ALBERGARIA M, CARRILHO E, et al. Efficacy of Rapid Maxillary Expansion in the Treatment of Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract.* 2017;17(3):159-168.
- [66] VILLA MP, CASTALDO R, MIANO S, et al. Adenotonsillectomy and orthodontic therapy in pediatric obstructive sleep apnea. *Sleep Breath.* 2014;18(3):533-539.
- [67] MCNAMARA JA, LIONE R, FRANCHI L, et al. The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog Orthod.* 2015;16:33.
- [68] GUILLEMINAULT C, QUO S, HUYNH NT. Orthodontic Expansion Treatment and Adenotonsillectomy in the Treatment of Obstructive Sleep Apnea in Prepubertal Children. *Sleep.* 2008;31(7):953-957.
- [69] CAPPELLETTE M JR, NAGAI LHY, GONÇALVES RM, et al. Impact of rapid maxillary expansion on nasomaxillary complex volume in mouth-breathers. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(3):79-88.
- [70] MACARI AT, ZIADE G, KHANDAKJI M, et al. Effect of rapid maxillary expansion on voice. *J Voice.* 2016;30(6):760.e1-760.e6.
- [71] BILGIÇ F, DAMLAR İ, SÜRMEİOĞLU Ö, et al. Relationship between voice function and skeletal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2018;88(2):202-207.

(责任编辑: WZH, ZN, SX)