

正畸视角下的下颌后缩型OSA诊疗 进展与决策

黄卓尔¹, 胡济安^{2*}

¹杭州师范大学附属医院临床医学院、口腔医学院, 浙江 杭州

²浙江大学医学院附属口腔医院病理科, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年5月29日; 录用日期: 2026年6月23日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)以睡眠期上气道反复塌陷为特征, 下颌后缩是其重要危险因素。持续气道正压通气(CPAP)虽为治疗金标准, 但患者依从性较差, 推动了口腔正畸治疗的发展。本文从正畸医生视角出发, 综述下颌后缩型OSA的颅面解剖特征、筛查诊断方法。通过比较各正畸疗法疗效差异, 总结出一套基于正畸视角的下颌后缩型OSA临床治疗决策流程, 为OSA的多学科管理提供参考。目前, 儿童OSA正畸干预的证据仍不充分, 各疗法疗效差异尚缺乏多中心随机对照试验验证。

关键词

阻塞性睡眠呼吸暂停, 下颌后缩, 正畸疗法, 临床决策

Orthodontic Perspectives on the Diagnosis, Treatment and Decision-Making of Mandibular Retrognathia-Type Obstructive Sleep Apnea

Zhuo'er Huang¹, Ji'an Hu^{2*}

¹School of Clinical Medicine, School of Stomatology, The Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

²Department of Pathology, The Affiliated Stomatology Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou Zhejiang

*通讯作者。

Abstract

Obstructive sleep apnea (OSA) is characterized by recurrent collapse of the upper airway during sleep, with mandibular retrognathia being a significant risk factor. Although continuous positive airway pressure (CPAP) remains the gold standard treatment, poor patient adherence has driven the development of orthodontic therapies. From the orthodontist's perspective, this article reviews the craniofacial anatomical characteristics, screening and diagnostic approaches for mandibular retrognathia-type OSA. By comparing the efficacy of different orthodontic treatment modalities, we summarize a clinical decision-making pathway for mandibular retrognathia-type OSA based on an orthodontic standpoint, aiming to provide a reference for multidisciplinary management of OSA. Currently, evidence for orthodontic intervention in pediatric OSA remains insufficient, and the differences in therapeutic efficacy among various modalities are yet to be validated by multicenter randomized controlled trials.

Keywords

Obstructive Sleep Apnea, Mandibular Retrognathia, Orthodontic Therapy, Clinical Decision-Making

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

阻塞性睡眠呼吸暂停(Obstructive Sleep Apnea, OSA)指发生在睡眠期间, 上呼吸道部分或完全性的阻塞, 导致间歇性低氧、睡眠碎片化及日间过度嗜睡等症状[1]。OSA 的临床表现多样, 包括打鼾、呼吸暂停、情绪变化异常等[2], 可伴发多种全身性疾病[3]。值得注意的是, 儿童患者多表现为行为异常、学习障碍, 而成人则主要以白天嗜睡为典型症状。

在成人 OSA 患者中, 持续气道正压通气(Continuous Positive Airway Pressure, CPAP)被视为中重度 OSA 非侵入性治疗的一线金标准[4]。然而, CPAP 的疗效受患者年龄、依从性影响较大[5], 且长期不耐受问题较为突出。因此, 下颌前移矫治器(Mandibular Advancement Device, MAD)、快速上颌扩弓(Rapid Maxillary Expansion, RME)以及正颌外科手术双颌前徙术(Maxillomandibular Advancement, MMA)等方案, 可作为 CPAP 治疗失败或长期不耐受者的重要替代选择。

目前已有综述多从睡眠医学视角探讨 OSA 的诊断与治疗。本文以口腔正畸医生为核心视角, 分析 OSA 患者的颅面形态, 探讨、比较各诊断技术与治疗进展及其优缺点, 总结出一套针对下颌后缩型 OSA 的临床治疗决策方案, 为临床实践提供参考。

2. 解剖特征与风险因素

2.1. 颅面骨骼特征

OSA 的发病与颅面骨骼结构密切相关。现有研究提出, OSA 患者的典型颅面形态和软组织特征包括: 下颌后缩、面型狭长、腭部狭深、下颌平面角陡峭、前牙开牙合、面中部缺失、舌骨位置较低等[6]。

颅底长度(N-Ba)、有效下颌长度(Co-Gn)、上颌长度(ANS-PNS)以及这些结构的垂直旋转也都可以作为判断 OSA 患者的颅面形态特征的指标[3]。一项研究显示, OSA 患儿下颌骨表现出矢状向生长受限与顺时针旋转, 并伴有前牙覆盖增加、覆牙合减小及下颌平面角增大[7]。颅颈位置与头部姿势也增加了气道阻塞的可能性。有学者提出, OSA 越严重的患者, 自然头部位置越前伸, 颅颈角随之增加[8]。

除了上述共性特征外, OSA 患者的颅面形态还存在显著异质性。Sutherland 等人基于遗传学分析, 将 OSA 患者的面部表型分为东亚型、欧洲型、非洲型等, 发现不同种族的颅面特征与 OSA 严重度的关联存在差异[9]。通过对儿童 OSA 患者的系统综述, 归纳出以下典型颅面表型: ① 下颌后缩型: ANB 角增大、SNB 角减小; ② 上颌横向不足型: 腭盖高拱、后牙反牙合; ③ 垂直向发育过度型: 长面综合征、下颌平面角陡峭; ④ 双颌后缩型: 多见于亚洲人群[7]。

一项 Meta 分析进一步确认, 成人 OSA 患者也存在上述表型分布[10]。“下颌后缩型 OSA”被定义为头颅侧位片显示 SNB 角 $< 74^\circ$ 、ANB 角 $> 5^\circ$, 且后气道间隙(PAS)显著减小(通常 $< 8\sim 11$ mm)的患者[10][11], 研究表明此分型 OSA 对 MAD 和 MMA 的治疗反应性更好。识别患者的具体颅面表型, 有助于制定个性化的治疗策略。

2.2. 上气道与口颌特征

上呼吸道阻塞与软腭塌陷、舌与上下颌骨尺寸、位置异常有关[12]。有研究表明, OSA 患儿的错牙合畸形概率高于健康儿童[7], 其腭部高度和面积、上下颌横径、长度与 OSA 的严重程度呈负相关[13]。同时, 舌体肥大、下垂可能导致颊舌向力学系统的失衡, 从而导致错牙合畸形。仰睡等不良习惯也会导致上呼吸道狭窄[7]。腺样体和扁桃体肥大则是儿童 OSA 的关键解剖因素, 腺体切除术也被视为儿童 OSA 有效的一线治疗方法[14]。骨性结构和软组织的解剖特征也影响着鼻咽气道容量和鼻腔气流强度。鼻呼吸道狭窄阻塞患者鼻腔气流减少, 刺激鼻上颌复合体垂直生长和横向扩张。

口呼吸也对颅面部生长发育有着明显的影响, 会引起特定的面部变化。患儿以长脸型、凸面型和唇闭合不全为主, 临床表现为鼻中隔水肿、鼻甲肥大、高拱腭、前牙开牙合、后牙反牙合和过度覆盖等[15]。这种颅面形态特征反过来导致上呼吸道进一步狭窄, 是典型的腺样体面容[16]。因此, 如果能在正畸过程中关注颅面形态与咬合关系, 将对 OSA 患者的确诊和治疗起到早期筛查的作用。

2.3. 性别、肥胖与年龄

除颅面解剖形态特征外, OSA 仍有多种风险因素。研究表明, 性别是 OSA 重要的风险因素之一。在成人患者中, 男性比女性更多见, 大约为 2:1 [3]。年龄也是重要的风险因素之一。随着年龄增长, 颈部软组织塌陷和脂肪沉积加重, OSA 风险相应升高[17]。

肥胖可通过作用于颅面骨骼结构、上气道软组织形态及通气驱动促进 OSA 的发生[18][19]。头颅侧位片可评估 SNA、SNB、ANB 等颅面骨骼参数, 其中下颌平面角(MP-FH)被认为是与 OSA 唯一显著相关的变量, 可作为筛查指标。软组织结构异常或沉积塌陷会阻塞气道, 如舌体肥大和舌骨低位导致后气道间隙(PAS)狭窄, AHI 升高, 夜间缺氧加重。而重度肥胖 OSA 患者中, 男性以腹部脂肪沉积为主, 女性则以颈部脂肪沉积更为显著[20]。因此, 对于正常女性而言, 上呼吸道解剖结构异常是 OSA 的重要因素, 而超重女性则更多因为软组织脂肪塌陷导致气道狭窄[21]。

3. 下颌后缩型 OSA 的诊断评估

3.1. 传统筛查手段

OSA 的流行病学负担较重, 漏诊率较高。尤其在儿童中, 家长往往更关注行为异常表现而忽视睡眠

问题。OSA 诊断的首选方法是整夜多导睡眠监测(Polysomnography, PSG)。PSG 可以定量测量睡眠参数, 如呼吸暂停低通气指数(apnea-hypopnea index, AHI)或呼吸紊乱指数(respiratory disturbance index, RDI)。对于成年人来说, 每小时睡眠呼吸暂停和/或低通气次数超过 5 次的患者被认为患有 OSA [22]。OSA 的严重程度分为轻度(AHI 为 5~14)、中度(15~29)或重度(≥ 30) [23]。

打鼾是阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)的主要临床症状, 是睡眠时气道阻力增高的标志性症状, 以反复发作的气体交换异常和反复的觉醒为特征。打鼾但不符合 OSA 诊断标准的儿童被认为是原发性打鼾(primary snoring, PS), 是一种良性表现, 不需要治疗。因此, 在打鼾儿童中进行 PSG 监测的主要原因是识别 OSA 和 PS [24]。

STOP-Bang 问卷是成人 OSA 诊断的常用手段, 包含打鼾、疲劳、呼吸暂停、血压、体质指数、年龄、颈围和性别[25]。ESS 嗜睡量表则用于评估日间嗜睡程度, 评分 ≥ 10 分为异常。研究表明, STOP-Bang 问卷预测 OSA 的敏感度达 90%以上, 显著高于 ESS, 两者联合使用可进一步提高预测准确性[26]。必须明确的是, 问卷可以作为补充但不能代替 PSG。

因此, 正畸医生在 OSA 患者的诊疗中多承担着筛查的角色, 不应在缺乏睡眠监测的情况下做出最终诊断。

3.2. 影像学辅助评估

几种影像学方法, 如头影测量成像(CEPH)、计算机断层扫描(CT)和静/动态磁共振成像(MRI) [27], 每种方式各有利弊。目前, 头影测量成像仍是评估骨骼结构和提供上气道初步评估的一个有价值的工具。头颅侧位片能辅助了解颅面部与口腔解剖形态特征。已有研究对矢状向指标进行测量, 结果显示 ANB 角增大、SNB 角显著下降, 提示下颌后缩, 占据咽腔空间导致气道狭窄。同时, 垂直向指标 MP-FH 显著增加, 提示舌骨位置与体积异常导致 PAS 狭窄。颅面形态方面, 测量到前颅底长度减小, 面形垂直向生长; 上颌弓宽度减小, 舌咽空间减小, 伴下颌骨逆时针旋转[10]。

咽腔气道空间是一个动态可变的结构, 被周围软硬组织所侵占后, 后气道空间(PAS)显著减少, 增加 OSA 的危险因素[11]。一项研究采用 AHI 和氧饱和度测量来评估 OSA 的严重程度, 并通过 MRI 在矢状位图像上手动测量舌和悬雍垂的面积即 PAS 面积, 结果提示舌头和悬雍垂在 OSA 中起着重要作用[28]。

舌骨凭借其独特的马蹄形结构被韧带和肌肉悬吊, 是参与头颈部复杂生物力学的韧带和肌肉的重要锚点, 在支撑上气道方面也起着至关重要的作用[29]。一项研究发现舌骨的体积可能是 OSA 的潜在生物标志物, B 型和 V 型舌骨尤为显著[30]。正常人舌骨多在 C3~C4 水平, OSA 患者多在 C4~C6 水平[16]。锥形束计算机断层扫描(Cone-Beam Computed Tomography, CBCT)还可以用于确定舌骨相对于 C3 和 C4 颈椎的位置、形态类型及其总体积。CBCT 在测量最小横截面积方面表现出优越性。

3.3. 药物诱导睡眠内镜(Drug-Induced Sleep Endoscopy, DISE)

传统的影像学检查, 如头颅侧位片、CBCT 仅在清醒、坐位或仰卧位下评估上气道结构, 无法反映睡眠状态下气道的动态塌陷状态。DISE 指在药物诱导的睡眠状态下, 使用内镜实时观察上气道的塌陷部位、模式和程度, 为 OSA 的精准治疗提供新的依据[31]。Iannella 等人[31]开展了一项多中心病例对照研究($n = 205$), 发现 DISE 指导下的 MAD 治疗成功率更高, DISE 组 AHI 降低幅度($\Delta AHI -21.7$)显著优于对照组($\Delta AHI -16.6$)。Mitsikas 等人[32]对 DISE 的评分系统进行了观察者间信度研究, 证实这些评分系统在不同评估者之间具有良好的一致性。DISE 的价值在于可以辅助判断患者是否需要采用手术治疗, 以及手术应针对哪些解剖部位。因此, 对于中重度 OSA 或 MAD 治疗失败的患者, DISE 可作为术前评估的重要

补充工具。

3.4. 3D 容积成像的气道分析

传统的头颅侧位片仅提供二维的气道矢状径、垂直向测量,无法全面评估气道三维形态和容积变化[33]。近年来,CBCT 三维气道分析技术的普及,使从二维到三维的气道评估成为可能[34]。CBCT 可精确计算上气道各分段的容积、最小横截面积及三维形态参数。Kongsong 等人[35]使用 CBCT 评估了 MMA 术后上气道的变化,发现术后后气道空间(posterior airway space, PAS)显著增加,且 AHI 的改善与 PAS 的增加呈正相关。因此,将 CBCT 三维气道分析与计算流体动力学(Computational Fluid Dynamics, CFD)相结合,可通过模拟气道内气流流场,客观评估手术前后气道功能变化,是 3D 容积成像应用于 OSA 患者常规评估的有效方法。

4. 下颌后缩型 OSA 的治疗策略

4.1. 保守治疗

4.1.1. 快速上颌扩弓(Rapid Maxillary Expansion, RME)

RME 主要适用于上颌横向不足型 OSA 患者。由于上颌狭窄可导致下颌被迫后缩,而 RME 扩弓后下颌可自行前移,因此对部分功能性下颌后缩型 OSA 患者也有改善作用。其原理是通过分离腭中缝扩大上颌骨,增加鼻腔容积和上颌弓宽度。RME 不仅降低了鼻阻力,还为舌体提供了更有利的位置,促进了唇部封闭,从而显著减少口呼吸[36]。

4.1.2. 下颌前移矫治器(Mandibular Advancement Device, MAD)

对于下颌后缩型 OSA 患者, MAD 通过相对于上颌骨前移下颌骨,扩大咽腔空间,减少气道塌陷倾向[37],具有解剖学上的针对性。MAD 适用于轻中度 OSA,具有依从性较好的优点,但证据等级相对较弱,仍需长期随访和大样本 RCT 支持[38]。研究表明,女性平均颈部较细,导致在同等下颌前移量下,女性后气道间隙(PAS)的相对扩张幅度更大[39]。因此,女性 OSA 患者使用 MAD 效果优于男性,可能与颈围细小及雌激素介导的组织顺应性增强有关。

4.2. 手术治疗

双颌前徙术(Maxillomandibular Advancement, MMA)是一种同时前移上下颌骨结构位置来增加上气道体积的手段[40]。在下颌后缩型 OSA 患者中, MMA 可直接矫正骨性下颌后缩,其疗效优于单纯软组织手术。MMA 通常被认为通过增加 PAS 来降低 AHI [35]。但也有研究指出, MMA 的有效性可能不单依赖于 PAS 体积的增加,还与咽部软组织张力增加、睡眠时气道塌陷性降低有关[40]。MMA 适用于中重度 OSA、CPAP 失败或不耐受、存在明确下颌后缩的患者。但 MMA 存在下唇及颈部感觉异常等并发症风险,并有一定的失败率和并发症风险[41]。

近年来,虚拟手术规划(Virtual Surgical Planning, VSP)和 CAD/CAM 技术的引入,显著提高了 MMA 手术的精度和可预测性。Benito Anguita 等人[34]报告了 VSP 联合 CAD/CAM 导板及定制钛板在 MMA 手术中的应用。研究表明, MMA 结合 VSP 技术可显著改善患者呼吸功能,术后 6 个月均无需 CPAP 支持,且个性化定制技术提高了手术的可预测性。

Segna 等人[40]的研究也证实该技术可有效预测术后气道改善程度,但也指出 PAS 容积变化并非疗效的绝对预测因子,需要扩大样本验证个体化手术方案的普适性,并结合肌肉动力学进一步探索疗效机制。一项研究对 VSP 在 MMA 手术中的精度进行了初步分析,指出 MMA 手术的成功率与颌骨移动范围以及手术序列有关[42]。

4.3. 临床治疗管理与决策

4.3.1. 基于多模式影像学评估制定个性化治疗方案

各影像学方法针对不同的组织结构表现出不同的优越性与局限性, 通过对头影测量、CBCT 三维气道分析、DISE 对比分析(见表 1), 可形成如下临床决策路径:

(1) 头颅侧位片初筛: 测量 SNB、ANB、PAS, 定义 OSA 类型, 下颌后缩型 OSA 患者对 MAD 和 MMA 的治疗反应性更好[10]。

(2) CBCT 三维气道辅助: 评估舌骨位置及形态[30]可量化 PAS 容积并预测术后改善程度[35], 为手术疗法提供临床依据。

(3) DISE 个性化动态评估: 对于选择 MAD 治疗的患者, DISE 评估可提高治疗成功率[31]。动态观察上气道塌陷状态与程度, 为治疗决策提供更有力的依据。

Table 1. Comparison of three imaging assessment tools

表 1. 三种影像评估工具的比较

评估工具	核心优势	评估价值	局限性
头影测量	成本低、辐射小、操作便捷	可测量 SNA、SNB、ANB 等矢状向骨骼参数及 PAS [10] [11]	二维平面成像, 无法评估气道三维容积; 静态评估, 无法反映睡眠期动态塌陷
CBCT 三维气道分析	精确计算上气道容积、最小横截面积及三维形态参数	可评估舌骨相对于 C3-C4 颈椎的位置、形态类型及其总体积[30]; 可量化 MMA 术后 PAS 容积变化[35]	辐射剂量高于头颅侧位片; 睡眠期间动态证据不足
DISE	在药物诱导睡眠状态下实时观察上气道塌陷部位、模式和程度	DISE 指导下的 MAD 治疗成功率更高, AHI 降低幅度更显著[31]; DISE 评分系统在不同评估者间具有良好的 consistency[32]	有创操作, 需药物诱导镇静; 成本高; 技术敏感性高

4.3.2. 下颌后缩型 OSA 主要治疗方案的对比

为充分解释三种主流治疗方案的差异, 从疗效、适应证、并发症、治疗周期、成本、生活质量及长期稳定性等维度对 CPAP、MAD 及 MMA 进行了系统对比(见表 2)。总体而言, CPAP 作为中重度 OSA 的一线金标准, 在 AHI 控制上仍优于 MAD [38], 但其长期依从性较差是临床面临的突出问题。对于轻中度 OSA 或 CPAP 不耐受的下颌后缩型患者, MAD 提供了有效的替代选择, 虽然 AHI 降幅不及 CPAP, 但患者偏好度更高[38]。对于存在明确骨性下颌后缩的重度 OSA 患者, MMA 可一次性实现气道的显著扩张, 成功率较高[41], 但需权衡其手术创伤、成本及神经损伤风险。在制定个体化方案时, 应综合患者的 OSA 严重程度、颅面表型、治疗意愿及经济条件, 在多学科协作框架下做出共同决策。

Table 2. Comparison of main treatment options for mandibular retrusion type OSA

表 2. 下颌后缩型 OSA 主要治疗方案的对比

对比维度	CPAP	MAD	MMA
疗效	可显著降低 AHI, 相较 MAD 总体 AHI 降低幅度更大[38]	在轻中度 OSA 中, MAD 治疗下 AHI 更低且接近正常范围[38]	术前和术后 AHI 分别显示 63.9 ± 26.7 和 9.5 ± 10.7 ; 手术成功率和治愈率分别为 $86.0\% \pm 30.9\%$ 和 $43.2\% \pm 11.7\%$ [41]
适应证	中重度 OSA 一线治疗, AHI ≥ 15 伴症状[5]	轻中度 OSA; CPAP 不耐受/依从性差者[25] [38]	重度 OSA; CPAP 及不耐受; 显著骨性下颌后缩(SNB $< 74^\circ$) [10] [41]

续表

主要并发症	因口罩引起的鼻梁溃疡、口腔及鼻咽干燥、鼻塞、鼻出血、眼睛刺激等[25]	短期内唾液增多、颞下颌不适等；长期佩戴易咬合改变	最常见的并发症是 MMA 中下牙槽神经损伤，轻微并发症如下颌复发、面部感觉异常和咬合不正[41]
治疗周期	儿童：整个生理睡眠期间长期佩戴 成人：最低限度为 30 天内 70% 的夜间时间或 50% 的睡眠时间佩戴，至少 4 小时/晚[25]	长期每晚佩戴	住院约 3 天，颌间固定需 2 周[41]
成本	中等(设备租赁购买、定期更换耗材等)	较低至中等(矫治器制作、定期复诊与更换等)	高(手术费、住院费、正畸-正颌联合治疗、影像检查等)
对生活质量的影 响	早期耐受差，后期嗜睡、情绪、行为并发症等显著改善[25]	佩戴有异物感，部分患者晨起咬合不适；依从性与接受度好	面部外观改善，呼吸功能显著提升
长期稳定性	少数儿童可完全缓解，多数需长期使用	长期佩戴有效，停用后可逆	效果稳定，需定期复诊或随访

4.3.3. 临床诊疗阶梯式决策原则

OSA 是一个复杂的病理过程，需要多学科团队共同参与[40]。目前，针对下颌后缩型 OSA 的治疗遵循阶梯式原则：

(1) 一线治疗：CPAP 是中重度 OSA 的金标准。对于儿童，若 CPAP 不耐受，可考虑正畸保守治疗[43]。

(2) 二线替代：对于无法耐受 CPAP 的轻中度 OSA 患者，或存在明确下颌后缩者，MAD 是有效的替代方案。若合并上颌狭窄，可联合 RME。

(3) 三线/挽救治疗：对于重度 OSA 患者，若 CPAP 及 MAD 均失败或无效，且存在显著的下颌后缩，可考虑 MMA。单纯软组织手术，如悬雍垂腭咽成形术(Uvulopalatopharyngoplasty, UPPP)无法可靠地使重度 OSA 患者恢复正常[44]。部分 UPPP 失败患者转诊正畸科后也可行 MMA。

5. 争议与未解决问题

5.1. 儿童 OSA 正畸干预的疗效争议

儿童 OSA 的正畸干预是当前最具争议的话题之一。支持者认为，早期联合使用 RME 和 MAD 可利用生长发育潜力改善儿童的气道形态和呼吸参数，一定程度可避免成年后手术[45]。然而，反对者指出，现有证据主要来自小样本、短随访的观察性研究，缺乏高质量的随机对照试验，长期稳定性未知，且存在过度治疗的风险[26]。

儿童处于生长发育期，代偿性口呼吸可导致“腺样体面容”。而此时儿童尚未完成颅面生长，适时的正畸干预可利用剩余生长潜力引导颌骨向正常方向发育，可尽量避免成年后接受 MMA 等外科手术。儿童 OSA 的临床决策区别于成人 OSA 的治疗逻辑，只能将 MMA 作为保守治疗失败后的被动补救手段。

另外，儿童 OSA 的主要病因是腺样体、扁桃体肥大，骨骼异常多为继发性改变[46]，成人更多以原发性骨性异常为主。在临床决策上，儿童 OSA 多遵循“先解除病因、后正畸引导生长”的序贯原则，金标准为扁桃体及腺样体切除术(Tonsillectomy and Adenoidectomy, T&A)，之后再评估正畸矫正的必要性。

由于关于儿童 OSA 的现有研究普遍存在小样本量、缺乏对照组、随访期短、无长期稳定性数据等方

法学缺陷, 正畸干预应作为多学科综合治疗的一部分, 在明确适应证的前提下使用[26][45]。正畸医生在儿童 OSA 管理中的核心职责仍是筛查和转诊, 而非独立治疗。

5.2. 单颌前移与多水平手术的比较

双侧矢状劈开截骨术(Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy, BSSRO)通过在下颌骨双侧升支进行矢状向劈开, 单独前移下颌以扩大 PAS。对于以下颌后缩为主要表型的 OSA 患者, 是否需要同时前移上颌还是仅行单颌手术即可, 是一个长期存在的争议。

有研究表明, BSSRO 对舌咽水平的扩张效果明显, 对于轻中度 OSA 且上颌位置正常的患者可能是足够的, 其疗效相较 MMA 更加微创。然而, 对于同时存在上颌后缩、腭咽水平狭窄的患者, 单纯前移下颌可能导致咬合不稳定和面部美学问题, 此时需要双颌前移[47]。Quah 等人[23]指出, BSSRO 的适应证较窄, 且存在潜在并发症, 如颞下颌关节不适、下牙槽神经损伤、术后复发及前移过度影响面部美观等, 需结合虚拟规划(VSP)精准设计截骨范围。

多水平手术(Multilevel Surgery, MLS)指同时处理上气道两个或以上阻塞平面的外科手术, 通常联合 UPPP 与舌骨手术。MLS 虽较单平面软组织手术增加了对舌咽平面的处理, 但其本质仍是软组织层次的操作。Zhou 等人[48]的 Meta 分析比较了 MMA 与 MLS 治疗 OSA 的疗效, 发现 MMA 在 AHI 降低幅度和最低血氧饱和度改善方面均显著优于 MLS。但 MMA 的术后并发症发生率也高于 MLS, 应严格把握适应症和术中操作。

参考文献

- [1] Kuhle, S., Hoffmann, D.U., Mitra, S. and Urschitz, M.S. (2020) Anti-Inflammatory Medications for Obstructive Sleep Apnoea in Children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2020**, CD007074. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd007074.pub3>
- [2] Mukherjee, S., Saxena, R. and Palmer, L.J. (2018) The Genetics of Obstructive Sleep Apnoea. *Respirology*, **23**, 18-27. <https://doi.org/10.1111/resp.13212>
- [3] Tepedino, M., Illuzzi, G., Laurenziello, M., Perillo, L., Taurino, A.M., Cassano, M., et al. (2022) Craniofacial Morphology in Patients with Obstructive Sleep Apnea: Cephalometric Evaluation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, **88**, 228-234. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.05.026>
- [4] Brożyna-Tkaczyk, K., Myśliński, W. and Mosiewicz, J. (2021) The Assessment of Endothelial Dysfunction among OSA Patients after CPAP Treatment. *Medicina*, **57**, Article 310. <https://doi.org/10.3390/medicina57040310>
- [5] Oyegbile-Chidi, T. (2022) Continuous Positive Airway Pressure Use for Obstructive Sleep Apnea in Pediatric Patients. *Sleep Medicine Clinics*, **17**, 629-638. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.07.008>
- [6] Behrents, R.G., Shelgikar, A.V., Conley, R.S., Flores-Mir, C., Hans, M., Levine, M., et al. (2019) Obstructive Sleep Apnea and Orthodontics: An American Association of Orthodontists White Paper. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **156**, 13-28.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.04.009>
- [7] Liu, Y., Zhao, T., Ngan, P., Qin, D., Hua, F. and He, H. (2023) The Dental and Craniofacial Characteristics among Children with Obstructive Sleep Apnoea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Orthodontics*, **45**, 346-355. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjac074>
- [8] Sökcü, O., Okşayan, R., Uyar, M., Ademci, K.E. and Üşümez, S. (2016) Relationship between Head Posture and the Severity of Obstructive Sleep Apnea. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **150**, 945-949. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.05.011>
- [9] Sutherland, K., Kim, S., Veatch, O.J., Keenan, B.T., Bittencourt, L., Chen, N., et al. (2023) Facial and Intraoral Photographic Traits Related to Sleep Apnea in a Clinical Sample with Genetic Ancestry Analysis. *Annals of the American Thoracic Society*, **20**, 880-890. <https://doi.org/10.1513/annalsats.202207-577oc>
- [10] Wei, Z., Zhao, T., Li, Y., Ngan, P., Wang, Z., Hua, F., et al. (2025) The Dentofacial and Upper Airway Morphology of Adults with Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep Medicine Reviews*, **80**, Article 102065. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2025.102065>
- [11] Neelapu, B.C., Kharbanda, O.P., Sardana, H.K., Balachandran, R., Sardana, V., Kapoor, P., et al. (2017) Craniofacial and Upper Airway Morphology in Adult Obstructive Sleep Apnea Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of

- Cephalometric Studies. *Sleep Medicine Reviews*, **31**, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.01.007>
- [12] Tabatabaei Balaei, A., Sutherland, K., Cistulli, P. and de Chazal, P. (2018) Prediction of Obstructive Sleep Apnea Using Facial Landmarks. *Physiological Measurement*, **39**, Article 094004. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aadb35>
- [13] Ciavarella, D., Campobasso, A., Conte, E., Burlon, G., Guida, L., Montaruli, G., *et al.* (2023) Correlation between Dental Arch Form and OSA Severity in Adult Patients: An Observational Study. *Progress in Orthodontics*, **24**, Article 19.
- [14] Li, Y., Zhao, T., Ngan, P., Yi, S., Wei, Z., Hua, F., *et al.* (2024) Hyoid Bone Position and Upper Airway Morphology of Children with Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, **29**, 394-409. <https://doi.org/10.1111/ocr.12873>
- [15] Pacheco, M.C.T., Fiorott, B.S., Finck, N.S. and Araújo, M.T.M.D. (2015) Craniofacial Changes and Symptoms of Sleep-Disordered Breathing in Healthy Children. *Dental Press Journal of Orthodontics*, **20**, 80-87. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.20.3.080-087.oar>
- [16] Kim, K.A., Kim, S.J. and Yoon, A. (2025) Craniofacial Anatomical Determinants of Pediatric Sleep-Disordered Breathing: A Comprehensive Review. *Journal of Prosthodontics*, **34**, 26-34. <https://doi.org/10.1111/jopr.13984>
- [17] Graizel-Armoni, D., Greenbaum, T. and Emodi-Perlman, A. (2025) Sex Difference in the Hyoid Bone Position in Adults with Obstructive Sleep Apnea: Systematic Review and Meta-Analysis. *Dental and Medical Problems*, **62**, 1177-1187. <https://doi.org/10.17219/dmp/192096>
- [18] Lyons, M.M., Bhatt, N.Y., Pack, A.I. and Magalang, U.J. (2020) Global Burden of Sleep-Disordered Breathing and Its Implications. *Respirology*, **25**, 690-702. <https://doi.org/10.1111/resp.13838>
- [19] Lee, Y.H., Huang, Y.S., Chen, I.C., *et al.* (2020) Craniofacial, Dental Arch Morphology, and Characteristics in Preschool Children with Mild Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Dental Sciences*, **15**, 193-199. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2019.09.005>
- [20] Xia, L., Jiang, W., Yao, K., Sun, H., Lu, X. and Yu, W. (2025) Craniofacial, Dental, and Upper Airway Morphologic Features of Severely Obese Adults with Obstructive Sleep Apnea. *International Dental Journal*, **75**, 1736-1744. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.02.021>
- [21] Svensson, M., Holmstrom, M., Broman, J. and Lindberg, E. (2006) Can Anatomical and Functional Features in the Upper Airways Predict Sleep Apnea? A Population-Based Study in Females. *Acta Oto-Laryngologica*, **126**, 613-620. <https://doi.org/10.1080/00016480500468984>
- [22] Chen, P.Y., Chen, T.Y., Chao, P.Z., *et al.* (2021) REM-Related Obstructive Sleep Apnea and Vertigo: A Retrospective Case-Control Study. *PLOS ONE*, **16**, e0252844. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252844>
- [23] Quah, B., Sng, T.J.H., Yong, C.W. and Wen Wong, R.C. (2023) Orthognathic Surgery for Obstructive Sleep Apnea. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, **35**, 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2022.06.001>
- [24] O'Brien, L.M., Mervis, C.B., Holbrook, C.R., Bruner, J.L., Klaus, C.J., Rutherford, J., *et al.* (2004) Neurobehavioral Implications of Habitual Snoring in Children. *Pediatrics*, **114**, 44-49. <https://doi.org/10.1542/peds.114.1.44>
- [25] Li, K., Holey, J.E. and Guillemineault, C. (2023) Maxillomandibular Advancement for OSA: A 25-Year Perspective. *L'Orthodontie Française*, **93**, 97-108. <https://doi.org/10.1684/orthodfr.2022.98>
- [26] Rinchuse, D.J., Boggio, A., Manni, A. and Cozzani, M. (2024) Avoid Overstepping the Bounds of Evidence: The Role of the Orthodontist in Managing Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Frontiers in Oral Health*, **5**, Article 1486573. <https://doi.org/10.3389/froh.2024.1486573>
- [27] Volner, K., Chao, S. and Camacho, M. (2021) Dynamic Sleep MRI in Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, **279**, 595-607. <https://doi.org/10.1007/s00405-021-06942-y>
- [28] Tavsanlı, M.E., Zeynalova, A. and Seckin, M. (2024) The Effect of Pharyngeal Structures on the Severity of Obstructive Sleep Apnea. *Sleep and Breathing*, **28**, 849-857. <https://doi.org/10.1007/s11325-023-02973-3>
- [29] Wilkie, G. and Al-Ani, Z. (2022) Temporomandibular Joint Anatomy, Function and Clinical Relevance. *British Dental Journal*, **233**, 539-546. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-5082-0>
- [30] Kurbanova, A., Szabo, B.T., Aksoy, S., Dobai, A., Orhan, K., Nalca Andrieu, M., *et al.* (2021) Comparison of Hyoid Bone Morphology between Obstructive Sleep Apnea Patients and Healthy Individuals. *International Journal of Clinical Practice*, **75**, e15004. <https://doi.org/10.1111/ijcp.15004>
- [31] Iannella, G., Terranova, S., Brunori, M., Vicini, C., Caranti, A., Campisi, R., *et al.* (2026) Effectiveness of Drug-Induced Sleep Endoscopy in Improving Patients Selection and Outcomes of Mandibular Advancement Device Therapy for Obstructive Sleep Apnea: A Multicenter Case-Control Study. *American Journal of Otolaryngology*, **47**, Article 104740. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2025.104740>
- [32] Mitsikas, D., Jakob, B., Janjic, V., Hasler, C. and Tschopp, S. (2025) Interrater Reliability of Different Scoring Systems for Drug-Induced Sleep Endoscopy. *Sleep and Breathing*, **29**, 27-34. <https://doi.org/10.1007/s11325-024-03190-2>

- [33] Engboonmeskul, T., Leepong, N. and Chalidapongse, P. (2020) Effect of Surgical Mandibular Setback on the Occurrence of Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, **10**, 597-602. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.08.008>
- [34] Benito Anguita, M., Khayat, S., López Martín, S., Bravo Quelle, N., Navarro Cuéllar, I., López López, A., *et al.* (2025) Virtual Guided and Customized Orthognathic Surgery in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Accuracy and Clinical Outcomes. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 3780. <https://doi.org/10.3390/jcm14113780>
- [35] Kongsong, W., Waite, P.D. and Alshahrani, F. (2022) Comparison of Airway Changes after Maxillomandibular Advancement with or without Genioglossus Advancement in Obstructive Sleep Apnea. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, **134**, 556-563.
- [36] Chang, R., Zhang, Q., Zhao, J., *et al.* (2023) Effect of Rapid Maxillary Expansion on Upper Airway Volume and Its Related Factors in Growing Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Orthodontics*, **45**, 435-446.
- [37] Brousseau-Foley, M., O'Neil, N., Côté, A.L., *et al.* (2024) A Review of Complications Associated with Mandibular Advancement Devices for the Treatment of Obstructive Sleep Apnoea: A Systematic Review. *Cureus*, **16**, e65161.
- [38] Randerath, W., Verbraecken, J., de Raaff, C.A.L., Hedner, J., Herkenrath, S., Hohenhorst, W., *et al.* (2021) European Respiratory Society Guideline on Non-CPAP Therapies for Obstructive Sleep Apnoea. *European Respiratory Review*, **30**, Article 210200. <https://doi.org/10.1183/16000617.0200-2021>
- [39] Kreft, L., Mohr, N., Seele, S., Grünberg, D., Hagen, C., Ibbeken, A.J., *et al.* (2025) Pilot Analysis of magnetic Resonance Imaging-Based Contributors to Patient-Centred Optimization of Mandibular Advancement Devices in Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Sleep Research*, **34**, e14382. <https://doi.org/10.1111/jsr.14382>
- [40] Segna, E., Goker, F., Tirelli, G., Del Fabbro, M., Gianni, A.B., Beltramini, G.A., *et al.* (2025) Maxillomandibular Advancement with the Use of Virtual Surgical Planning and the CAD/CAM Technology in OSA Surgery: Volumetric Analysis of the Posterior Airway Space. *Medicina*, **61**, Article 179. <https://doi.org/10.3390/medicina61020179>
- [41] Düzlü, M., Yilmaz, M., Karaloglu, F., Karamert, R., Goksu, V., Kahraman, S., *et al.* (2018) Maxillomandibular Advancement for Obstructive Sleep Apnea. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, **21**, 716-720. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_176_17
- [42] Ho, J.T.F., Zhou, N., van Riet, T.C.T., Schreurs, R., Becking, A.G. and de Lange, J. (2023) Assessment of Surgical Accuracy in Maxillomandibular Advancement Surgery for Obstructive Sleep Apnea: A Preliminary Analysis. *Journal of Personalized Medicine*, **13**, Article 1517. <https://doi.org/10.3390/jpm13101517>
- [43] Cozzi-Machado, C., Albertini, F.R., Silveira, S. and Machado-Júnior, A.J. (2023) Mandibular Advancement Appliances in Pediatric Obstructive Sleep Apnea: An Umbrella Review. *Sleep Science*, **16**, e468-e475. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1776747>
- [44] Aurora, R.N., Casey, K.R., Kristo, D., Auerbach, S., Bista, S.R., Chowdhuri, S., *et al.* (2010) Practice Parameters for the Surgical Modifications of the Upper Airway for Obstructive Sleep Apnea in Adults. *Sleep*, **33**, 1408-1413. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.10.1408>
- [45] Panetti, B., Federico, C., Sferrazza Papa, G.F., Di Filippo, P., Di Ludovico, A., Di Pillo, S., *et al.* (2025) Three Decades of Managing Pediatric Obstructive Sleep Apnea Syndrome: What's Old, What's New. *Children*, **12**, Article 919. <https://doi.org/10.3390/children12070919>
- [46] Shah, C., Bargale, S. and Lalwani, Y. (2024) Pediatric Obstructive Sleep Apnea: An Updated Review. *Archives of Medicine and Health Sciences*, **2024**, 1-5. https://doi.org/10.4103/amhs.amhs_154_24
- [47] Gunson, M.J. (2025) The Efficacy of Facial Skeletal Treatment Options in the Management of Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Prosthodontics*, **34**, 41-45. <https://doi.org/10.1111/jopr.14006>
- [48] Zhou, N., Ho, J.T.F., Huang, Z., Spijker, R., de Vries, N., Aarab, G., *et al.* (2021) Maxillomandibular Advancement versus Multilevel Surgery for Treatment of Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep Medicine Reviews*, **57**, Article 101471. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101471>