

• 口腔正畸学诊疗新进展 •

# 下颌逆时针旋转在骨性Ⅱ类高角的正畸及相关颞下颌关节紊乱病治疗中的作用

赵志河

口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 口腔疾病国家临床医学研究中心  
四川大学华西口腔医院正畸科, 成都 610041

**[摘要]** 骨性Ⅱ类高角患者常表现为下颌后缩、面下1/3高度增加及垂直距离过大, 面型不美观且颞下颌关节紊乱病(TMD)发生率较高。传统拔牙掩饰或单颌手术治疗往往难以在改善面型与功能之间取得平衡。近年来, 以下颌逆时针旋转为核心的治疗理念受到关注, 其通过下颌逆时针旋转调整骀平面与下颌位置, 不仅可以改善下颌后缩、优化面型, 还能在一定程度上缓解关节负荷、改善TMD症状。本文从生物力学基础和病因机制、正畸治疗策略、关节功能适应及临床应用等方面系统讨论下颌逆时针旋转在骨性Ⅱ类高角病例中的作用。

**[关键词]** 下颌逆时针旋转; 骨性Ⅱ类错骀畸形; 高角; 颞下颌关节紊乱病

**[中图分类号]** R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2026.2025432



本文链接 开放科学标识码

## Role of counterclockwise rotation of the mandible in the orthodontic treatment of skeletal Class II hyperdivergent patterns and concomitant temporomandibular disorders

Zhao Zhihe

State Key Laboratory of Oral Diseases &amp; National Center for Stomatology &amp; National Clinical Research Center for Oral Diseases &amp; Dept. of Orthodontics, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Correspondence: Zhao Zhihe, E-mail: zhzhao@scu.edu.cn

**[Abstract]** Patients with skeletal Class II hyperdivergent patterns often present with mandibular retrognathism, increased lower facial height, and excessive vertical dimension of occlusion, resulting in an unaesthetic facial profile and a higher incidence of temporomandibular disorder (TMD). Conventional treatments such as camouflage orthodontics with extraction or single-jaw surgery often struggle to achieve a balance between improving facial aesthetics and functional outcomes. In recent years, a treatment approach centered on counterclockwise rotation (CCR) of the mandible has gained attention. By adjusting the occlusal plane and mandibular position, this approach not only improves mandibular retrognathism and optimizes facial proportions but also helps reduce joint loading and alleviate TMD symptoms to some extent. This article systematically discusses the role of CCR in skeletal Class II hyperdivergent cases from perspectives such as biomechanical foundations, orthodontic and orthognathic treatment strategies, joint functional adaptation, and clinical applications, while also offering insights into its stability and future research directions.

**[Key words]** mandibular counterclockwise rotation; skeletal Class II malocclusion; high angle; temporomandibular disorder

**[收稿日期]** 2025-10-31

**[第一作者]** 赵志河, 教授, 博士, E-mail: zhzhao@scu.edu.cn

**[通信作者]** 赵志河, 教授, 博士, E-mail: zhzhao@scu.edu.cn

错骀畸形在我国儿童和青少年中的患病率高达67.82%, 其中安氏Ⅱ类错骀约占19.41%<sup>[1]</sup>。根据垂直骨面型的不同, Ⅱ类错骀可进一步分为高角、均角和低角三种类型。相较于其他两种类型,

骨性Ⅱ类高角患者的治疗难度更大，复发风险也更高。

骨性Ⅱ类高角患者的典型临床特征包括下颌及颈部后缩、面下1/3过长、下颌平面角大、下颌升支短小、咬合垂直距离过大、前牙浅覆殆甚至开殆，下颌呈顺时针旋转，这些结构异常会增加双侧颞下颌关节的负荷，从而易伴发颞下颌关节紊乱病（temporomandibular disorder, TMD）。部分TMD也可能是因正畸治疗中力学控制不当，导致磨牙升高、下颌平面进一步顺旋而诱发。在治疗过程中，若磨牙升高导致下颌平面进一步顺旋，不仅会阻碍矢状向上Ⅱ类咬合关系的矫正，还可能导致垂直向面型恶化，增加对关节的压力，加大治疗难度甚至导致治疗失败。因此，骨性Ⅱ类错殆的治疗极具复杂性与挑战性，需在矢状向、垂直向和横向三个维度上进行精准控制，并兼顾关节健康的平衡。

## 1 下颌旋转在生理性咬合建立中的作用

人类牙列会经历两次咬合建立过程：第一次为乳牙牙列咬合建立，通常在3岁前完成；第二次为恒牙牙列咬合建立，该过程伴随颅颌面系统的快速生长发育，尤其是颅颌面部高度方面的增长<sup>[2]</sup>。在咬合建立过程中，第一磨牙被视为“殆关键”，其正常萌出与位置对整个咬合系统的建立和稳定具有决定性作用<sup>[3-4]</sup>。磨牙的垂直高度直接影响殆平面的倾斜程度，而殆平面的旋转方向进一步调控下颌骨的生长旋转趋势<sup>[5]</sup>。

在咬合建立过程中，当磨牙区的牙齿出现过度萌出，即磨牙垂直向高度超过前牙时，牙列末端易形成咬合干扰，进而引发殆平面顺时针旋转<sup>[6]</sup>。该旋转带动下颌骨随之发生顺时针旋转，最终表现为高角面型及开殆<sup>[6-7]</sup>。

为抑制下颌进一步顺旋及前牙开殆的形成，口颌肌群会限制下颌的过度顺旋运动。此时，下颌通过前旋和平移进行再定位，以重新稳定于功能性颌位空间内<sup>[5]</sup>。因此，下颌逆时针旋转实质上是在咬合建立过程中，为代偿殆平面旋转而产生的一种功能性适应反应。该机制不仅有助于维持咬合稳定，也有利于促进髁突的继发性生长。若髁突继发性生长受阻，则可能导致下颌升支发育不足及关节区压力增高，最终形成TMD。反之，若咬合因素导致关节区压力增高，髁突的生长也会受到抑制。

## 2 骨性Ⅱ类高角的发生机制及与TMD的关系

### 2.1 骨性Ⅱ类高角的病因和机制

骨性Ⅱ类高角畸形并非单一因素导致，而是多种因素共同作用的结果，即先天遗传因素与后天环境因素的交互影响所致<sup>[8]</sup>。无论初始诱因如何，该畸形的本质均表现为颅底、上下颌骨及牙槽骨在矢状向与垂直向上的三维发育失衡。根据现有研究，其核心机制可归纳为以下两大方面。

1) 遗传因素（先天因素）。骨性Ⅱ类高角畸形受多基因调控，常具有家族遗传倾向，主要表现为骨骼系统及生长发育模式的异常，尤其是垂直向的失调<sup>[9-10]</sup>。具体包括颅底结构（特别是蝶—枕复合体）异常伸长及犁骨向前生长，为上颌骨矢状向过度发育提供了异常的颅底基础。上颌骨本身在大小和位置上也存在矢状向发育过度，进一步加剧了与下颌骨之间的矢状向不调<sup>[11]</sup>。在遗传性颌骨发育模式的影响下，后牙区垂直向支撑不足、磨牙萌出高度不足导致后部牙槽垂直距离发育受限，从而形成高陡的殆平面。这一高陡的殆平面是引发下颌骨发生顺时针旋转及前牙开殆的根本生物力学诱因。研究<sup>[12]</sup>表明，骨性Ⅱ类高角下颌后缩与殆平面高度相关，体现为上颌磨牙垂直向萌出不足及上颌切牙萌出过度，从而引起殆平面倾斜度增大，下颌后缩及顺旋。此外，髁突的生长潜力不足也是骨性Ⅱ类高角的原因之一。骨性Ⅱ类高角患者的下颌髁突垂直向生长不足，然而附着于下颌后部的咬肌及下颌前部的舌骨上肌群持续生长，导致下颌角及下颌平面角增大，促使下颌骨体部相对于颅颌面发生顺时针向后下方的旋转<sup>[12]</sup>。Buschang等<sup>[8]</sup>的研究也表明，骨性Ⅱ类高角患者垂直向发育异常更为显著。

2) 环境因素（后天因素）。尽管骨性Ⅱ类高角受多基因调控，但其表型受环境因素影响较大。主要环境因素包括异常呼吸模式、咀嚼肌力减弱及不良口腔习惯<sup>[8]</sup>。异常呼吸被认为是高角伴下颌后缩畸形发展的主要环境诱因，多由过敏性鼻炎及腺样体肥大等导致气道阻塞引起。患者为获取更多氧气而被迫采取口呼吸方式，常出现下颌后下旋转。腺样体肥大患儿常表现为下前面高增加、下颌角及下颌平面角增大、上牙弓狭窄及上切牙唇倾，形成典型的“腺样体面容”。咀嚼肌群功能与垂直骨面型存在一定关联，通常低角人群咀嚼肌发达、肌力较强，而高角患者则多伴有咀嚼肌

力减弱。实际上，咀嚼肌力减弱也会促进高角面型的形成。其机制在于：随着人类饮食结构逐渐精细化，颌骨与咀嚼肌出现适应性退化。精细饮食导致颌骨退化、咀嚼肌力下降，进而表现为颌骨体积减小、宽度变窄、下颌角增大，最终形成高角特征，引起下颌顺时针旋转<sup>[8]</sup>。此外，不良习惯如吮指、吐舌等易导致前牙开骀，加重下颌顺旋。综合来看，上述环境因素共同引起下颌姿势位的适应性改变，形成较低的下颌姿势位，表现为前面高增加、后面高减小、颞部形态改变及下颌角增大，最终形成顺旋的骀平面与下颌骨。

综上，骨性Ⅱ类高角畸形的矫治核心目标之一就是垂直向控制，促进下颌发生逆时针旋转或有效抑制其进一步顺时针旋转。该举措不仅有助于改善患者侧貌，也为髁突创造了更有利的生长环境，从而引导下颌骨实现适应性生长<sup>[13]</sup>。

## 2.2 骨性Ⅱ类高角与TMD的作用及关系

### 2.2.1 骨性Ⅱ类高角是TMD的显著诱因

骨性Ⅱ类高角是TMD发生的重要风险因素，其病理路径始于垂直向控制失衡，并关键性地受到髁突生长潜力的调控<sup>[14]</sup>。当后牙萌出高度不足致后部牙槽垂直距离发育受限，而髁突生长潜力

充足时，下颌骨在发育过程中能够有效抵抗顺时针旋转，形成均角或低角面型；反之，若髁突生长潜力不足，则下颌升支发育短小，无法匹配前面高，导致下颌发生顺时针旋转。这种旋转进一步引起咬合负荷异常向后牙区与关节区域集中，使关节长期处于非生理性应力环境中，进而诱发髁突位置异常与骨改建障碍。刘洋团队<sup>[15-18]</sup>的系统评价已明确支持下颌后缩及顺时针旋转与TMD显著关联，并通过三维有限元分析证实，高角患者（以FMA>30°或FH-OP>20°为界定）的髁突更易出现病理性破坏；减少下颌平面和骀平面倾斜度，可减轻TMJ应力过载。因此，持续的下颌后退与后旋不仅对关节区产生异常压迫，干扰髁突的正常生长与改建，还会进一步加重下颌发育不足。作为代偿，关节结构可能出现适应性改变，如关节窝向内侧旋转；同时，下颌后退与牙弓空间缩减也常引发下颌后牙区拥挤及前牙的开骀。

综上所述，骨性Ⅱ类高角所特有的下颌后缩与顺时针旋转形态，通过改变关节区的力学环境与髁突生长轨迹，构成了TMD发生的重要生物力学诱因（图1）。

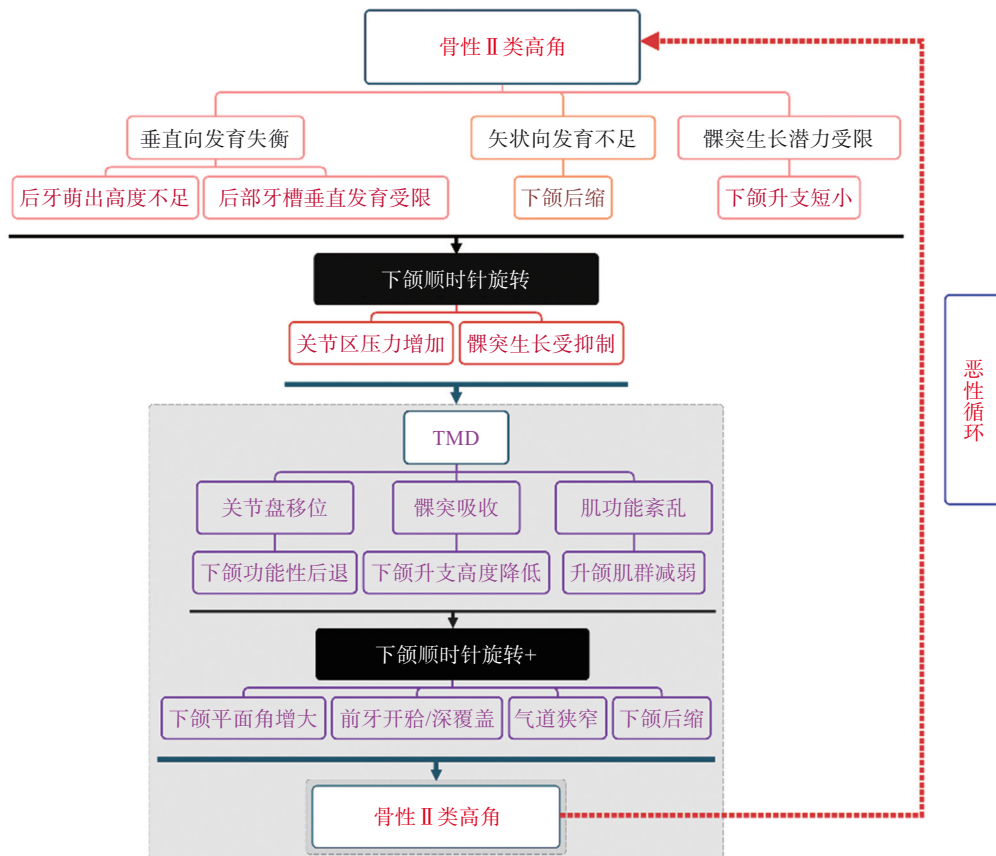


图 1 骨性Ⅱ类高角与TMD的关系

Fig 1 Relationship between skeletal Class II high-angle malocclusion and TMD

### 2.2.2 TMD对骨性Ⅱ类高角面型的加剧机制

TMD早期表现为盘-髁关系异常,后期可发展为髁突骨质破坏并伴发疼痛<sup>[19]</sup>。当出现关节盘前移位时(尤其是不可复性前移),髁突向前滑动会产生疼痛和卡顿(如晨僵、张口受限),患者为避让疼痛,常不自主地将下颌定位在向后、向下的适应性颌位,长期维持此位置将强化下颌后退与低位,直接加剧下颌后旋及髁突的吸收<sup>[20]</sup>。若TMD发展至髁突骨质破坏吸收阶段,则构成对骨性Ⅱ类高角最直接的加重机制。髁突作为下颌骨的关键生长中心,在异常应力下发生吸收破坏,导致下颌支高度降低。下颌支作为“后墙”高度不足,会迫使下颌骨以牙列为支点发生顺时针旋转,下颌平面角随之增大,高角面型进一步加重,形成“获得性”骨性Ⅱ类高角。此外,TMD常伴随升颌肌群功能抑制。咀嚼肌疼痛可反射性削弱咬肌、颞肌等肌群活性,而这些肌肉是维持下颌垂直向控制的关键力量。其功能下降将削弱对下颌位置的垂直控制,难以抵抗牙齿萌出及软组织张力,导致下颌更易向下旋转、后牙过度萌出,进一步升高下颌平面角并形成开骀<sup>[21]</sup>。因此,TMD引起关节结构异常、功能紊乱与疼痛,导致下颌功能性后退、髁突吸收、升支高度降低及肌肉功能抑制,进而促使下颌向后下旋转,加剧高角畸形;而畸形加重又可引发气道狭窄与咬合不稳,进一步激化TMD症状与肌肉紧张。

综合以上两点,TMD与骨性Ⅱ类高角间形成恶性循环:骨性Ⅱ类高角是TMD的显著诱因,而TMD也可加剧骨性Ⅱ类高角面型。

### 3 骨性Ⅱ类高角患者的临床特征与治疗难点

基于骨性Ⅱ类高角畸形的病因与发病机制,其临床表现涵盖骨骼、牙列、软组织及关节等多个方面<sup>[18,22]</sup>。骨骼特征主要表现为:ANB角 $>4^\circ$ ,下颌升支高度不足,垂直生长型(高角面型)。牙列特征则较为复杂。咬合关系多表现为安氏Ⅱ类,少数可为Ⅰ类。前牙区常出现覆骀、覆盖较浅;由于后牙区垂直高度发育不足,可继发前牙对刃骀甚至开骀,因而缺乏有效的切导或尖牙保护机制。此外,常伴有牙弓狭窄及不同程度的牙列拥挤。软组织方面,常见开唇露齿、唇闭合不全及颞肌紧张等表现<sup>[23]</sup>,部分患者存在腺样体肥大,会形成典型的腺样体面容<sup>[24]</sup>。对于下颌后缩严重的患者,头颅侧位片常可观察到气道狭窄,提示

其与阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS)具有高度相关性<sup>[25]</sup>。OSAHS不仅严重影响青少年神经认知发育,也会增加成年期心脑血管疾病(如冠心病、脑卒中及高血压等)的患病风险<sup>[26-28]</sup>。伴有TMD的骨性Ⅱ类高角患者,会合并关节症状如弹响、髁突吸收及后牙的高度磨耗、前牙的水平开骀等。

### 4 下颌逆时针旋转是骨性Ⅱ类高角的治疗核心

Ⅱ类高角由于其明显的下颌顺旋特征,在颜面部比例中严重影响矢状向、垂直向及横向的协调,并可造成对TMJ的压力过载。针对这一机制特性,骨性Ⅱ类高角患者的治疗目标是:下颌逆旋及咬合重建,改善三维向的不调及去除关节的过载应力。下颌逆时针旋转是指以髁突为中心或牙列为中心的下颌骨向上、向前旋转,最终达到改善骀平面,改善垂直向关系,促进下颏前移,优化侧貌美学。实现这一目标主要通过以下两种方式:1)口腔修复的方式进行咬合重建;2)口腔正畸的手段进行咬合重建。在进行治疗之前,首先要判断的是骨性Ⅱ类高角的患者是否同时伴有TMD,才能相应地选择以修复、正畸或联合多学科来进行最终的治疗。

### 5 骨性Ⅱ类高角的治疗策略

#### 5.1 伴有TMD的骨性Ⅱ类高角

##### 5.1.1 口腔修复的方式进行咬合重建

通过口腔修复方式进行咬合重建,是改善TMD的有效方法之一,但其临床应用须严格把握适应证。口腔修复方式应用的核心前提是,咬合因素被明确判断为该类患者TMD的主要诱因。在此情况下,通过咬合重建消除咬合紊乱与不适,可有效缓解患者的关节症状。存在明确咬合因素的Ⅱ类高角伴TMD患者,常表现出以下典型临床特征:下颌向后旋转,后牙区不同程度磨耗,髁突骨质破坏,并伴有前牙区的隐匿性水平开骀。针对此类患者,可考虑的治疗方案包括:1)拔除智齿或下颌第二磨牙,以降低后牙段骀平面斜度;2)调磨后牙,降低垂直高度;3)对存在咬合干扰的牙齿进行全牙列选择性调骀;4)采用骀板进行治疗,重新定位下颌位置并缓解关节负荷<sup>[18,29-30]</sup>。这些方法的共同特征都是降低后牙骀平面的斜度,

促进下颌逆时针旋转，去除咬合干扰对关节区域的不良应力。

### 5.1.2 正畸的手段来进行咬合重建

很多患者难以仅通过或不愿通过单纯的修复方式进行咬合重建，往往需要多学科的综合治疗。首先应由颞下颌关节科医生介入，明确诊断并稳定关节状况（如理疗、髁板、关节注射等），待关节稳定后再进行系统性的正畸治疗<sup>[21,29]</sup>。正畸治疗的核心包括调整骀平面的斜度，引导下颌逆旋以减轻关节区负荷，重建协调的牙列与咬合关系。对于已出现髁突病理性吸收如特发性髁突吸收的患者，必要时需联合正颌外科手术，严重者甚至可考虑人工关节置换术<sup>[31-32]</sup>。

## 5.2 不伴TMD的骨性Ⅱ类高角——口腔正畸手段来改善骨性Ⅱ类高角

骨性Ⅱ类高角的正畸治疗在于精准控制下颌矢状向发育不足及下颌垂直向发育过度。治疗策略随患者年龄与生长发育阶段的不同而异。

### 5.2.1 生长发育高峰期前

在生长发育高峰期前 [颈椎骨龄 (cervical vertebral maturation, CVM) 3~4]，治疗重点在于充分利用患者的生长发育潜力进行矫形治疗，以尽可能避免未来正颌手术的需求<sup>[33]</sup>。针对下颌后缩的Ⅱ类高角患者，传统的Activator及Twin Block矫治器对垂直向的控制能力有限，头帽肌激动器常作为首选，此外还包括一些固定的功能矫治器及扩弓器。头帽可借助颅颌面的支抗，在垂直向上压低上前牙（必要时可辅助种植钉），维持上后牙高度并整平Spee曲线；在矢状向上则可抑制上颌发育并促进下颌前伸再定位改善下颌后缩。此外，部分高角患者需要在前导前去除前牙区的咬合干扰，可通过扩展上颌牙弓（快速扩弓器或局部的片段弓）协调上下牙弓宽度。在生长发育期内，通过下颌前导促进下颌向前、逆时针旋转，同时缓解关节区压力。存在OSAHS的儿童患者，常伴有牙弓狭窄，建议早期进行上颌快速扩弓，协调牙弓宽度、减小鼻阻力、通畅呼吸道<sup>[26]</sup>。

### 5.2.2 生长发育高峰期后

在生长后期至成人 (CVM5~6)，患者已无生长潜力，正畸的矫治策略主要为单纯正畸掩饰治疗或正畸—正颌联合治疗。

#### 5.2.2.1 单纯正畸掩饰治疗

单纯正畸掩饰治疗旨在通过非手术的方式引导下颌逆旋，主要以拔牙矫治改善Ⅱ类和侧貌。矢状向上：上颌后牙区通常需要配合支抗钉、口

外弓、J钩、横腭杆、Nance托等来加强支抗<sup>[22-23,34]</sup>，下颌则采取中度支抗以改善Ⅱ类的磨牙关系；垂直向上：逆旋骀平面，整平Spee曲线。对于骨性Ⅱ类高角患者的骀平面逆旋存在两种观点，一种是严格控制磨牙的垂直向高度，一种是适当升高上颌磨牙<sup>[35-36]</sup>。前牙的覆骀情况不同，治疗方法不同。1) 前牙覆骀正常或者深覆骀：压低上前牙，维持或伸长上后牙，维持骀平面；压低下前牙及压低下磨牙，整平Spee曲线<sup>[37-38]</sup>；2) 前牙切骀或开骀：压低下后牙及伸长上前牙，逆旋骀平面；压低下后牙及下前牙，整平Spee曲线<sup>[38]</sup>。在覆骀较浅的Ⅱ类高角患者中，可配合前牙的短Ⅱ类牵引来加深覆骀及改善Ⅱ类磨牙关系。种植钉的辅助可达到事半功倍的效果，必要时辅助支抗钉压低上前牙。支抗钉辅助的垂直向控制，可实现1.7°的骀平面逆旋<sup>[39]</sup>，高于传统的单纯直丝弓的垂直向控制。水平向上，则通过弓丝的宽度匹配来协调上下颌牙弓。

针对伴有不良习惯及腺样体肥大的骨性Ⅱ类高角，除以上治疗策略之外，还需要纠正不良的习惯，并请耳鼻喉科医师进行会诊，必要时需结合腺样体切除术来改善患者的呼吸道<sup>[23]</sup>。

#### 5.2.2.2 正畸正颌联合治疗

通过正颌外科手术直接调整下颌骨位置与旋转角度，并重置髁突位置，实现颜面与咬合的三维协调。正颌外科可在短期内实现2°的下颌逆时针旋转，且未见TMD症状加重<sup>[40]</sup>。骨性Ⅱ类高角及相关TMD的诊断及治疗流程见图2。

## 6 总结和展望

骨性Ⅱ类高角畸形是错骀畸形诊疗中常见的复杂类型，为实现理想的治疗效果，必须进行全面的检查、形成准确的诊断并制定个性化的治疗方案。面对此类患者，准确评估其是否伴发TMD至关重要（结合MRI影像学检查为佳），这将直接影响后续治疗策略的选择与制定。

骨性Ⅱ类高角患者治疗的核心目标在于抑制或逆转下颌顺时针旋转的趋势。具体治疗方案需依据个体情况而定：对于存在明确咬合诱因者，可通过修复学手段进行咬合重建以引导下颌逆旋；对于多数患者，则常采用正畸代偿治疗，通过调整骀平面来诱导下颌发生适应性逆旋。对于严重骨骼畸形或已出现关节器质性病变的复杂病例，则需联合颞下颌关节科、正颌外科乃至心理科等

多学科团队协作，以共同制定并实施综合诊疗方案。

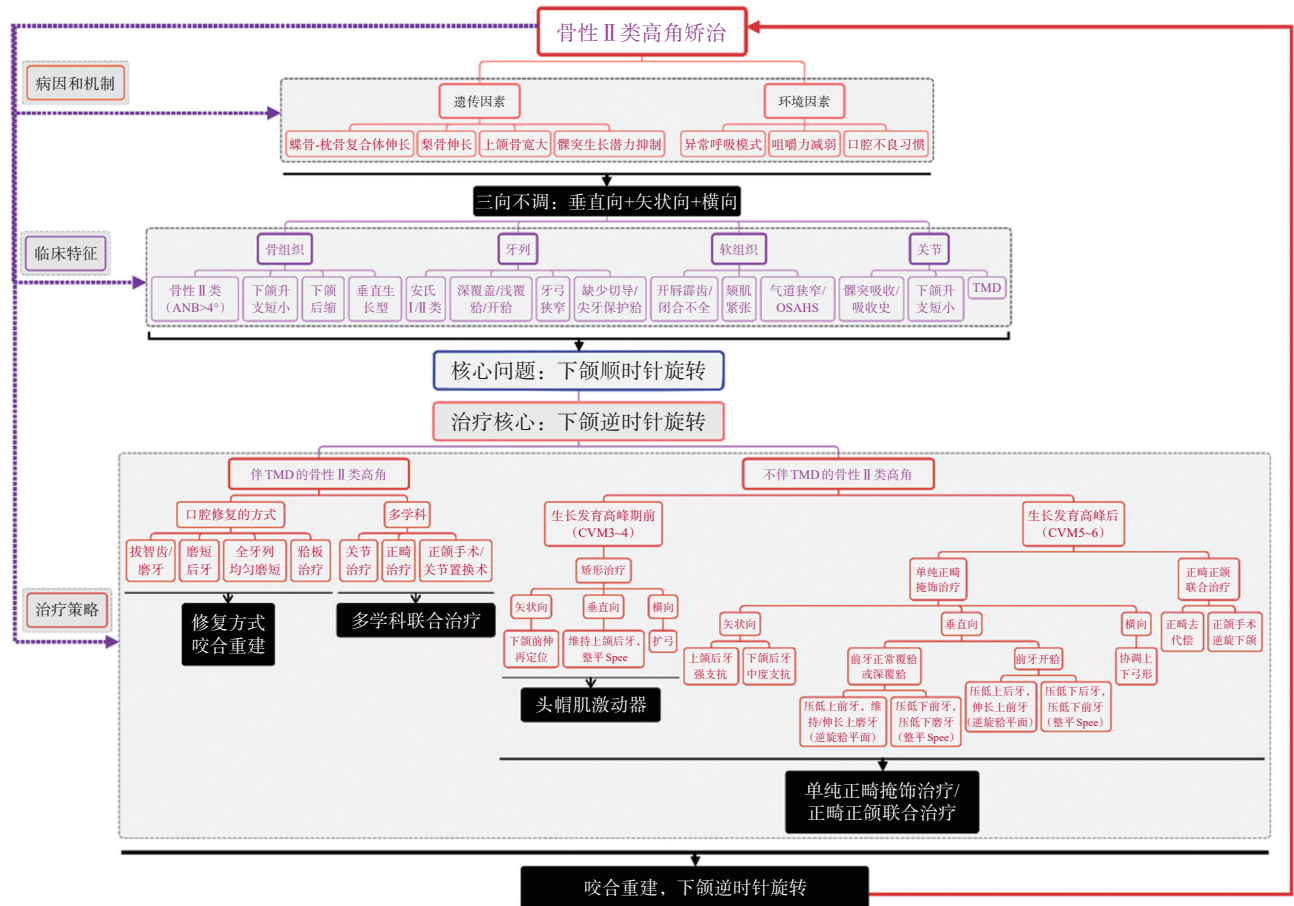


图 2 骨性 II 类高角及相关 TMD 的诊断及治疗流程

Fig 2 Diagnosis and treatment of skeletal Class II high-angle malocclusion and related TMD

致谢：感谢四川大学华西口腔医院正畸科研究生裴芳、夏恺在文献查阅及资料整理方面的工作。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

[1] 赵志河. 口腔正畸学[M]. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2020.  
Zhao ZH. Orthodontics[M]. 7th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020.

[2] Ghafari FJ. Development of the dentition[M]. Chicago: Quintessence, 1983.

[3] Coro JC, Velasquez RL, Coro IM, et al. Relationship of maxillary 3-dimensional posterior occlusal plane to mandibular spatial position and morphology[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2016, 150(1): 140-152.

[4] Andrews LF. The six keys to normal occlusion[J]. Am J Orthod, 1972, 62(3): 296-309.

[5] Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2008, 134(5): 602.e1-602.e11.

[6] Kim KM, Sasaguri K, Akimoto S, et al. Mandibular rotation and occlusal development during facial growth[J]. Int J Stomatol Occlu Med, 2009, 2(3): 122-130.

[7] Karlsten AT. Association between facial height development and mandibular growth rotation in low and high MP-SN angle faces: a longitudinal study[J]. Angle Orthod, 1997, 67(2): 103-110.

[8] Buschang PH, Jacob H, Carrillo R. The morphological characteristics, growth, and etiology of the hyperdivergent phenotype[J]. Semin Orthod, 2013, 19(4): 212-226.

[9] Gershter E, Li CS, Ha P, et al. Genes and pathways associated with skeletal sagittal malocclusions: a systematic review[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(23): 13037.

[10] George AM, Felicita AS, Milling Tania SD, et al. Systematic review on the genetic factors associated with ske-

- letal Class II malocclusion[J]. *Indian J Dent Res*, 2021, 32(3): 399-406.
- [11] Akimoto S, Kubota M, Sato S. Increase in vertical dimension and maxillo-mandibular growth in a longitudinal growth sample[J]. *Int J Stomatol Occlu Med*, 2010, 3(1): 15-19.
- [12] Ye R, Li Y, Li X, et al. Occlusal plane canting reduction accompanies mandibular counterclockwise rotation in camouflaging treatment of hyperdivergent skeletal Class II malocclusion[J]. *Angle Orthod*, 2013, 83(5): 758-765.
- [13] 韦钰, 张国瑞, 刘一宁, 等. 骨性Ⅱ类错殆伴高角成人下颌垂直向高度控制与颞下颌关节变化的锥形束CT分析[J]. *中华口腔医学杂志*, 2022, 57(11): 1147-1155. Wei Y, Zhang GR, Liu YN, et al. Cone-beam CT analysis of vertical control of mandible and changes of temporomandibular joint in adult patients with skeletal class II malocclusion with high angle[J]. *Chin J Stomatol*, 2022, 57(11): 1147-1155.
- [14] Lin M, Xu YF, Wu H, et al. Comparative cone-beam computed tomography evaluation of temporomandibular joint position and morphology in female patients with skeletal class II malocclusion[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(2): 0300060519892388.
- [15] Zhu YF, Zheng FJ, Gong YJ, et al. Effect of occlusal contact on TMJ loading during occlusion: an in silico study[J]. *Comput Biol Med*, 2024, 178: 108725.
- [16] Zhu JY, Gong YJ, Zheng FJ, et al. Relationships between functional temporomandibular joint space and disc morphology, position, and condylar osseous condition in patients with temporomandibular disorder[J]. *Clin Oral Invest*, 2024, 28(3): 193.
- [17] Shu C, Xiong X, Huang LW, et al. The relation of cephalometric features to internal derangements of the temporomandibular joint: a systematic review and Meta-analysis of observational studies[J]. *Orthod Craniofacial Res*, 2021, 24(3): 305-313.
- [18] Gong YJ, Zhu JY, Zheng FJ, et al. Associations between condylar height relative to occlusal plane and condylar osseous condition and TMJ loading based on 3D measurements and finite element analysis[J]. *Sci Rep*, 2024, 14: 28919.
- [19] List T, Jensen RH. Temporomandibular disorders: old ideas and new concepts[J]. *Cephalalgia*, 2017, 37(7): 692-704.
- [20] Ooi K, Inoue N, Matsushita K, et al. Incidence of anterior disc displacement without reduction of the temporomandibular joint in patients with dentofacial deformity[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2018, 47(4): 505-510.
- [21] Song F, He SS, Chen S. Temporomandibular disorders with skeletal open bite treated with stabilization splint and zygomatic miniplate anchorage: a case report[J]. *Angle Orthod*, 2015, 85(2): 335-347.
- [22] 房兵. 浅谈青少年Ⅱ类错殆的诊疗要点和风险防范[J]. *中华口腔医学杂志*, 2024, 59(9): 879-885. Fang B. Diagnosis and treatment of class II malocclusion in adolescents[J]. *Chin J Stomatol*, 2024, 59(9): 879-885.
- [23] 冯格, 宋锦璘. 青少年严重骨性Ⅱ类错殆伴高角病例序列治疗1例[J]. *中华口腔医学杂志*, 2024, 59(9): 955-959. Feng G, Song JL. Sequential treatment of a severe skeletal class II high angle case in adolescents[J]. *Chin J Stomatol*, 2024, 59(9): 955-959.
- [24] Huynh NT, Morton PD, Rompré PH, et al. Associations between sleep-disordered breathing symptoms and facial and dental morphometry, assessed with screening examinations[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2011, 140(6): 762-770.
- [25] Fagundes NCF, Flores-Mir C. Pediatric obstructive sleep apnea: dental professionals can play a crucial role[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2022, 57(8): 1860-1868.
- [26] 贺红. 《阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与口腔正畸: 美国口腔正畸医师协会白皮书》解读[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(9): 667-672. He H. Interpretation of "Obstructive sleep apnea and orthodontics: an American Association of Orthodontists White Paper"[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(9): 667-672.
- [27] Lo Bue A, Salvaggio A, Insalaco G. Obstructive sleep apnea in developmental age. A narrative review[J]. *Eur J Pediatr*, 2020, 179(3): 357-365.
- [28] Kim KA, Kim SJ, Yoon A. Craniofacial anatomical determinants of pediatric sleep-disordered breathing: a comprehensive review[J]. *J Prosthodont*, 2025, 34(S1): 26-34.
- [29] Zhu YF, Zheng FJ, Gong YJ, et al. Biomechanical behavior of customized splint for the patient with temporomandibular disorders: a three-dimensional finite element analysis[J]. *Biocybern Biomed Eng*, 2024, 44(1): 83-94.
- [30] Zheng FJ, Gong YJ, Zhu YF, et al. Three-dimensional theoretical model for effectively describing the effect of

- craniomaxillofacial structural factors on loading situation in the temporomandibular joint[J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2024, 151: 106371.
- [31] 毕瑞野, 祝颂松. 人工颞下颌关节在口腔颌面外科中应用的策略思考与展望[J]. *华西口腔医学杂志*, 2024, 42(5): 551-557.  
Bi RY, Zhu SS. Application of temporomandibular joint prosthesis in oral and maxillofacial surgery: strategic thinking and prospects[J]. *West China J Stomatol*, 2024, 42(5): 551-557.
- [32] Chung CJ, Choi YJ, Kim IS, et al. Total alloplastic temporomandibular joint reconstruction combined with orthodontic treatment in a patient with idiopathic condylar resorption[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2011, 140(3): 404-417.
- [33] Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics[J]. *Semin Orthod*, 2005, 11(3): 119-129.
- [34] 周嫣, 黄敏方, 方志欣, 等. 种植体支抗结合多曲方丝弓技术矫治成年Ⅱ类高角骨面型错殆的临床研究[J]. *中华口腔医学杂志*, 2008, 43(8): 472-475.  
Zhou Y, Huang MF, Fang ZX, et al. Treatment of skeletal Class adult patients with microscrew implantanchorage and multi-loop edgewise arch wire[J]. *Chin J Stomatol*, 2008, 43(8): 472-475.
- [35] Fushima K. Significance of the cant of the posterior occlusal plane in Class II division 1 malocclusions[J]. *Eur J Orthod*, 1996, 18(1): 27-40.
- [36] Lamarque S. The importance of occlusal plane control during orthodontic mechanotherapy[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1995, 107(5): 548-558.
- [37] Krishnaswamy NR. Vertical control with TADs: procedures and protocols[J]. *Semin Orthod*, 2018, 24(1): 108-122.
- [38] Kwon SY, Ahn HW, Kim SH, et al. Antero-posterior lingual sliding retraction system for orthodontic correction of hyperdivergent Class II protrusion[J]. *Head Face Med*, 2014, 10: 22.
- [39] Zhang CX, Xu LQ, Lin J. Clinical efficacy of counterclockwise rotating the functional occlusal plane using Micro-implant anchorage[J]. *J Zhejiang Univ (Med Sci)*, 2021, 50(2): 195-204.
- [40] Hasprayoon S, Liao YF. Large versus small mandibular counterclockwise rotation during bimaxillary surgical correction of class II deformities: a retrospective CBCT study on skeletal stability[J]. *Clin Oral Invest*, 2020, 24(5): 1779-1788.

### · 专家简介 ·



赵志河, 教授, 博士, 博士生导师, 国务院政府特殊津贴专家, 国家卫生计生委有突出贡献中青年专家, 全国宝钢优秀教师奖获得者, 曾任中华口腔医学会第五届口腔正畸专业委员会主任委员, “十三五”国家级规划教材《口腔正畸学》主编。主持了包括重点项目在内的10项国家自然科学基金项目, 发表学术论文352篇, 其中SCI收录268篇。获省部级科技进步一等奖2项, 获全国第五届“白求恩式好医生”、第四届“国之名医、优秀风范”荣誉称号。

(本文编辑 李彩)