

·综述·

## 安氏 II 类错殆畸形的外科治疗进展

刘琳<sup>1,2</sup> 鞠静岚<sup>2</sup> 项敬媛<sup>3</sup> 综述, 七十<sup>2</sup> 审校

[1.内蒙古医科大学 内蒙古临床医学院 内蒙古 呼和浩特 010110; 2.呼和浩特市口腔医院(内蒙古自治区口腔医院)口腔颌面外科 内蒙古 呼和浩特 010020; 3.呼和浩特市口腔医院(内蒙古自治区口腔医院)综合科 内蒙古 呼和浩特 010020]

[摘要] 安氏 II 类错殆畸形是临床常见的颌骨矢状向不调疾病, 严重影响患者的口颌功能、面部美观及心理健康。对于伴有严重骨骼畸形的成年患者, 正畸-正颌联合治疗是解决问题的金标准。近年来, 随着三维影像技术、数字化外科导航及生物力学研究的深入, 安氏 II 类错殆畸形的外科治疗在诊断设计、手术精准度、效率及术后稳定性方面均取得了显著进展。本文旨在系统概述安氏 II 类错殆畸形的特点, 综述其外科治疗方法, 并重点探讨近五年来的最新治疗进展。

[关键词] 安氏 II 类错殆畸形; 正颌外科; 正畸-正颌联合治疗; 数字化外科; 3D打印技术

[中图分类号] R783.9 [文献标志码] A [文章编号] 1008-6455(2026)04-0168-04

## Advances in Surgical Treatment of Angle Class II Malocclusion

LIU Lin<sup>1,2</sup>, JU Jinglan<sup>2</sup>, XIANG Jingyuan<sup>3</sup>, QI Shi<sup>2</sup>

[1.Inner Mongolia Clinical Medical College, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, Inner Mongolia, China; 2.Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Hohhot Stomatological Hospital (Inner Mongolia Autonomous Region Stomatological Hospital), Hohhot 010020, Inner Mongolia, China; 3.Department of General Affairs Section, Hohhot Stomatological Hospital (Inner Mongolia Autonomous Region Stomatological Hospital), Hohhot 010020, Inner Mongolia, China]

**Abstract:** Angle Class II malocclusion is a common clinical disease of jaw sagittal imbalance, seriously affecting the stomatognathic function, facial aesthetics and psychological health. For adult patients with severe skeletal malformations, orthodontic-orthognathic combined treatment is the gold standard for solving problems. In recent years, with the deepening of three-dimensional imaging technology, digital surgical navigation and biomechanical research, the surgical treatment of Angle Class II malocclusion has made significant progress in diagnostic design, surgical accuracy, efficiency and postoperative stability. This paper aims to systematically summarize the characteristics of Angle Class II malocclusion, review its surgical treatment methods, and focus on the latest treatment progress in the past five years.

**Key words:** Angle Class II malocclusion; orthognathic surgery; orthodontic-orthognathic combined treatment; digital surgery; 3D printing technology

安氏 II 类错殆畸形已成为临床常见的口腔疾病, 该疾病在青少年中发病率较高, 并呈增长趋势, 严重影响其正常发育及日常生活。成人患病也较为常见, 与青少年患者相比病情更为严重复杂。采取有效的外科治疗措施是帮助患者恢复正常口腔功能, 减轻对生活负面影响的重要手段。随着医学科学技术的发展, 治疗安氏 II 类错殆畸形外科方法种类繁多, 但少有对外科治疗方法的综述性报道。本文通过整理总结安氏 II 类错殆畸形的形外科治疗方法, 为该疾病外科治疗技术发展提出建议。

### 1 安氏 II 类错殆畸形的概述

1.1 定义与分类: 研究显示, 我国青少年错殆畸形发病率

约为67%<sup>[1]</sup>, 已成为影响我国青少年口腔健康的第三大疾病。错殆畸形不仅表现为牙弓关系异常, 更常常伴随着复杂的颅面骨骼结构、软组织形态以及口颌系统功能的失调<sup>[2]</sup>。Edward Angle于19世纪末提出安氏 II 类错殆畸形分类方法<sup>[3]</sup>, 根据Angle分类法, 当患者处于牙尖交错位时, 上颌第一恒磨牙的近中颊尖咬合于下颌第一恒磨牙的近中颊沟的近中, 即可诊断为安氏 II 类错殆<sup>[4]</sup>。从骨骼结构分析, 安氏 II 类错殆畸形主要源于下颌骨发育不足(下颌后缩), 也可能由上颌骨发育过度(上颌前突)或两者兼有所致<sup>[5]</sup>。因此, 单纯的牙齿移动无法从根本上解决颌骨不调的问题。

1.2 致病机制: 安氏 II 类错殆畸形的病因复杂, 是遗传

基金项目: 2024年度公立医院科研联合基金科技项目(编号: 2024GLLH0446)

通信作者: 七十, 主任医师; 研究方向为口腔颌面部疾病的基础与临床研究。E-mail: qishi6658@hotmail.com

第一作者: 刘琳, 硕士研究生、住院医师; 研究方向为口腔颌面外科。E-mail: 15849338578@163.com

和环境因素共同作用的结果。研究表明,颌骨的形态和大小具有高度的遗传性,家族聚集现象明显,患者直系亲属中常有类似面型<sup>[6]</sup>。特定的基因多态性被证实与下颌骨发育密切相关<sup>[7]</sup>。儿童时期的某些不良习惯,如吮指、咬下唇、口呼吸等。其中,口呼吸因导致舌体位置下降、颊肌张力增大,长期可引发上牙弓狭窄、下颌向后下旋转,从而加重Ⅱ类面型<sup>[8]</sup>。此外,替牙障碍、龋病、外伤等导致的牙列缺损也可能影响颌骨的正常发育<sup>[9]</sup>。

1.3 负面影响:安氏Ⅱ类错殆畸形可能影响患者各个方面。例如:影响口颌功能,由于患者前牙深覆盖,可能导致前牙切割功能低下,后牙关系异常影响咀嚼效率,且下颌后缩常伴发颞下颌关节紊乱病,表现为关节区疼痛、弹响、张口受限等,并且还可能导部分患者出现口呼吸、吞咽异常及发音障碍等现象<sup>[10]</sup>;影响牙周健康,患者下前牙过度唇倾可能导致创伤性咬合,引发牙槽骨吸收和牙龈退缩,而上前牙内倾则易造成清洁困难,导致牙龈炎<sup>[11]</sup>;影响外貌,患者表现为典型的“小下巴”或“鸟形脸”外貌,侧面观凸面型,颈部后缩,鼻唇角锐,颏唇沟加深。上颌前突者还可能伴有露龈笑<sup>[12]</sup>;影响心理健康,患者因面部外观不理想,产生自卑、焦虑等负面情绪,影响社会交往和心理健康。

综上所述,安氏Ⅱ类错殆畸形是一种涉及骨骼、肌肉、牙齿及心理的多维度疾病。对于生长发育期患者,可通过生长改良进行干预;但对于骨骼畸形已定型的成年患者,正畸-正颌联合治疗成为改善其功能和美观的唯一根本性手段。

## 2 安氏Ⅱ类错殆畸形的外科治疗方法

对于伴有严重骨骼畸形的成年安氏Ⅱ类错殆患者,正畸-正颌联合治疗是国际公认的标准治疗方案。该方案通过正畸手段排齐牙列、协调牙弓,为手术创造良好条件;再通过正颌外科手术移动颌骨至正常位置;术后再进行精细的咬合调整与稳定。整个过程需要口腔正畸科与口腔颌面外科的紧密协作。

2.1 术前诊断与评估:CBCT可精确测量患者下颌骨体积、长度、升支高度等三维数据,明确患者下颌后缩的程度和类型<sup>[13]</sup>,并对患者牙根及牙槽骨关系进行评估,明确患者是否存在骨开裂、骨开窗风险,指导正颌外科手术中安全、有效的牙齿移动范围,并为正颌手术截骨线设计及固定板放置位置提供参考<sup>[14]</sup>。由于安氏Ⅱ类错殆畸形患者常伴有面部不对称现象,CBCT可对患者下颌骨偏斜角度和距离进行精准测量,方便制定手术方案。同时,利用CBCT还可对患者手术前后上气道容积及截面积变化做出评估,降低术后患者发生阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)风险<sup>[15]</sup>。除此之外,对于安氏Ⅱ类错殆畸形伴颞下颌紊乱患者,CBCT检查可以清晰显示患者髁状突的形态位置及其有无骨吸收或骨增生情况,及时调整手术方案,

降低术后复发风险<sup>[16]</sup>。

2.2 术前正畸治疗:术前正畸的主要目的是消除患者自身为弥补骨骼不调而产生的牙齿代偿性倾斜,为手术截骨后骨段的顺利就位奠定基础<sup>[17]</sup>。对于上颌前突患者,其下颌牙常代偿性唇向倾斜以寻求接触,术前正畸需要内收下前牙,直立其轴向<sup>[18]</sup>。对于下颌后缩患者,其上颌前牙常代偿性舌向倾斜,术前正畸需要唇向开展上前牙,解除其内倾<sup>[19]</sup>。此阶段通常需要12~18个月,可能会暂时性地加重原有的面型凸度,需与患者充分沟通。

2.3 正颌外科治疗:手术是矫正骨骼畸形的核心环节。针对安氏Ⅱ类错殆畸形,常用的术式包括以下几类。

2.3.1 双侧下颌升支矢状劈开截骨术(BSSRO):这是矫正下颌后缩最经典、最常用的术式。适用于下颌前突患者,该术式通过把下颌骨升支矢状劈开,将带有牙列的下颌骨远心骨段整体前移,从而延长下颌骨,改善颈部后缩<sup>[20]</sup>。该术式提供了大面积的骨接触,利于愈合,且允许在三维方向上进行调整。

2.3.2 上颌Le Fort I型截骨术:上颌Le Fort I型截骨术适用于安氏Ⅱ类错殆畸形伴有上颌骨垂直向或矢状向异常类型患者。该术式可以将整个上颌骨骨块进行前移、后退、上移或下移,以矫正上颌前突、露龈笑或长面综合征等问题<sup>[21]</sup>。在单纯的安氏Ⅱ类病例中,常与BSSRO联合应用(双颌手术)<sup>[22]</sup>。

2.3.3 颏成形术:该术式作为辅助手术,常与BSSRO联合进行。通过对颏部骨块进行水平前移、增减或左右调整,进一步优化面下1/3的轮廓,使患者颏唇沟形态更加和谐<sup>[23]</sup>。

2.3.4 下颌升支垂直截骨术(IVRO):下颌升支垂直截骨术(IVRO)适用于下颌前移量不大或存在颞下颌关节问题的患者。与BSSRO相比,IVRO对下牙槽神经的损伤风险更低,且对关节盘前移位有潜在的复位作用<sup>[24]</sup>。

2.4 术后正畸治疗与稳定性评估:术后4~6周,待患者上下颌骨骼初步愈合后,即可开始术后正畸。术后正畸的主要目的是调整咬合关系,关闭残余间隙,建立稳定、高效的尖窝交错关系。此阶段通常持续6~9个月<sup>[25]</sup>。术后稳定性是评价治疗成功的关键指标之一。影响BSSRO术后稳定性的因素包括前移量的大小、近远心骨段的固定方式、舌骨上肌群的牵拉,以及术后是否遵循正确的颌间牵引等<sup>[26]</sup>。长期随访显示,规范的双颌手术能获得良好的长期稳定性<sup>[27]</sup>。

2.5 辅助治疗:安氏Ⅱ类错殆畸形与颞下颌关节紊乱病(TMD)有很高的共病率<sup>[28]</sup>。在制定外科治疗方案前,必须对患者的关节状况进行充分评估。对于伴有不可复性关节盘前移位的患者,有学者主张在正颌手术同期或分期进行关节手术(如关节镜手术、盘复位固定术),以期获得更佳的功能效果<sup>[29]</sup>。近年的研究表明,对于此类患者,IVRO可能比BSSRO更能促进关节盘的适应性改建<sup>[30]</sup>。

### 3 安氏Ⅱ类错殆畸形的最新外科治疗进展

随着科学和医疗技术不断发展,安氏Ⅱ类错殆畸形的外科治疗方法也向着数字化、精准化、微创化、智能化不断转变,例如,外科治疗术前对患者进行精确的头影测量分析和模型外科设计。随着科学技术的快速发展,现代数字化技术已允许在虚拟环境下进行手术模拟,并通过3D打印技术制作手术导板,极大地提高了手术的精准度,减少了因手术精确度等因素对患者手术治疗效果及长期稳定性的影响。

**3.1 数字化:**传统二维影像存在影像重叠无法准确区分左右结构、三维结构信息缺失、牙根等重要解剖结构关系不明确等局限性,对外科手术影响较大。随着影像技术的发展,传统二维影像被锥形束CT(CBCT)取代。CBCT具有高分辨率、低辐射、可三维重建等优势,其应用范围可贯穿前期诊断、手术方案设计、术后评估等多个领域。例如,CBCT扫描所得数据导入专用软件(如ProPlan CMF, Dolphin 3D),重建患者三维颅颌面模型,医生可进行虚拟截骨、移动骨段操作,精确模拟手术效果,并预测软组织侧貌的变化,不仅可以评估手术方案的可行性,还能提升医生手术操作熟练度<sup>[31]</sup>。通过模拟手术过程,可以制作手术所需的导板,这些导板在术中能精准指导截骨线的位置和骨块的移动,提升了手术的精确度和可重复性,并有效缩短手术时间。研究表明,数字化导板辅助下的正颌手术,其精度可达亚毫米级别<sup>[32]</sup>。除此之外,根据软件重建模型,能相对准确地预测术后患者鼻、唇等外形变化,方便术前与患者沟通,统一治疗目标。术后再次对患者进行CBCT扫描,进行三维重建,与术前三维叠加对比,可明确实际手术效果与计划偏差,可作为手术质量的判断标准。同时CBCT还可对患者术后骨愈合情况、固定板位置及髁状突位置进行判断,避免患者术后出现颞下颌关节紊乱情况<sup>[33]</sup>。

手术优先模式(SF)是指患者在术前正畸开始前或仅进行极短时间的术前正畸准备后即接受正颌手术,其核心理念是利用术后颌骨位置改变后产生的“骨愈合相关性牙移动”来加速牙齿排齐。相较于传统术前正畸-正颌手术-术后正畸模式,SF模式的优势在于大大缩短了总治疗时间,使患者能立即获得面型的改善,提升了治疗体验和依从性<sup>[34]</sup>。一项关于SF模式与正畸优先模式治疗错殆畸形效果比较的研究指出,SF模式虽然可以缩短治疗周期,但在手术难度和时长上显著提升<sup>[35]</sup>。随着研究深入,SF模式的重点更侧重于明确其最佳适应证(如牙列轻度拥挤、牙弓形态基本协调的患者),并利用数字化技术进行更严格的术前评估和手术模拟,以预测术后牙移动的潜力,从而提高治疗成功率<sup>[36]</sup>。

**3.2 微创化和精准化:**安氏Ⅱ类错殆畸形微创手术是指利用先进技术和设备,减少手术对患者的创伤,促进患者术后恢复,并以更高的手术精度,尽早实现矫治目标。①神经导航技术:导航技术可通过实时成像和定位,为医师

提供精确解剖结构及定位,在复杂的或二次正颌手术中,术中神经导航系统可以实时显示手术器械与重要解剖结构(如下牙槽神经管、眶下神经)的位置关系,减少组织切开及剥离范围,确定截骨线位置,有效规避风险,实现微创操作<sup>[37]</sup>。Ebeling M等<sup>[38]</sup>的研究显示,与传统Le Fort I型截骨术相比,在术中借助导航技术能提高手术精度,并减少术后并发症发生风险。②内镜辅助技术:内镜辅助技术已被应用于多个手术领域,该方法可通过自然开口或小切口,将内镜导入人体内部,通过高清成像系统为术者提供内部结构实时图像,为手术顺利进行提供帮助。一项内镜辅助下Le Fort I型截骨术研究显示,该手术方法有效降低了术后并发症的发生风险<sup>[39]</sup>。Alasseri N等<sup>[40]</sup>研究指出,在颞成形术中利用内镜技术,有效减小了组织剥离范围,为术者提供更清晰的操作视野,帮助患者获得更好的手术体验。③压电手术刀:压电手术刀可避免软组织损伤,降低术中出血量,帮助术者减少手术中的视野障碍。同时该方法在切割过程中产生热量较低,对骨组织损伤小,有利于术后骨组织愈合,便于后续治疗进行。Bertossi D等<sup>[41]</sup>研究指出压电手术刀可减少颞成形术中出血量,提高手术的安全性。

材料的更新也在微创手术中发挥明显作用,钛板是正颌手术中用于固定颌骨位置的重要工具。随着技术的发展,基于患者CT数据设计的3D打印个性化钛板的出现,个性化钛板可与患者骨面形态高度贴合,提供长效稳定性,适用于上颌骨Le Fort I型截骨术后的固定,可能减少术后复发<sup>[42]</sup>。生物相容性良好的可吸收接骨板和螺钉在特定病例中的应用日益增多。它们能在完成固定使命后逐渐降解,避免了二次手术取出,尤其适用于对金属过敏或不愿体内留存异物的年轻患者<sup>[43]</sup>。但目前3D个性化钛板存在价格高昂、术前准备时间较长、对医疗机构技术水平要求较高等问题,尚未在医疗领域大面积普及。

**3.3 智能化:**人工智能(AI)技术开始渗透至正颌外科的各个环节。AI算法可以自动进行头影测量标志点识别<sup>[44]</sup>,快速生成诊断报告;可以通过学习海量数据,预测术后软组织变化,辅助医生制定更符合患者审美要求的手术方案,甚至可以对术后并发症风险进行评估和预警<sup>[45]</sup>。回文字等<sup>[46]</sup>研究显示,AI机器人辅助在颞成形术中能自动完成截骨操作,其截骨精度高于手动截骨。

### 4 小结和展望

安氏Ⅱ类错殆畸形的外科治疗已进入数字化与精准化的新时代。从诊断、设计到手术执行,技术进步使得治疗结果更具可预测性,为了更好地提升患者体验,提升治疗有效性,外科治疗团队也需要加强正畸-正颌-关节等多环节协作能力。未来,随着生物材料、组织工程以及AI技术的进一步融合,个体化、微创化与功能化的正颌外科必将为更多复杂安氏Ⅱ类错殆患者提供更优的治疗选择。

## [参考文献]

- [1]De Ridder L, Aleksieva A, Willems G, et al. Prevalence of orthodontic malocclusions in healthy children and adolescents: a systematic review[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022,19(12):7446.
- [2]Alshammari A, Almotairy N, Kumar A, et al. Effect of malocclusion on jaw motor function and chewing in children: a systematic review[J]. *Clin Oral Investig*, 2022,26(3):2335-2351.
- [3]Alhazmi A, Alshehri M, Alrefai A, et al. Assessment of Severity of Malocclusion and Orthodontic Treatment Need Using the Dental Esthetic Index and Angle's Classification: A Retrospective Study[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2021,22(10):1167-1170.
- [4]沈娇乡, 林京锋, 白宇明, 等. 基于三维数字化模型评估恒牙早期安氏 I 类与 II 类错殆患者的牙弓形态[J]. *临床口腔医学杂志*, 2025,41(3):156-159.
- [5]李榕, 赵青. 基于颞下颌关节思考成人安氏 II 类错殆畸形的治疗[J]. *国际口腔医学杂志*, 2024,51(6):687-698.
- [6]李海军, 翁敏洁, 段琬琪, 等. 人类口唇部形态变异的研究进展[J]. *人类学学报*, 2023,42(1):137-148.
- [7]马然平, 樊文君. 改良式 Twin-Block 矫治器对未成年骨性安氏 II 类 I 分类错殆畸形患者软硬组织改变及牙齿美观度的影响[J]. *中国美容医学*, 2025,34(5):73-76, 198.
- [8]Rodríguez-Olivos L H G, Chacón-Uscamaita P R, Quinto-Argote A G, et al. Deleterious oral habits related to vertical, transverse and sagittal dental malocclusion in pediatric patients[J]. *BMC Oral Health*, 2022,22(1):88.
- [9]谢贤聚, 厉松, 白玉兴. 替牙期错殆畸形的早期矫治[J]. *中华口腔医学杂志*, 2022,57(8):805-810.
- [10]洪海鑫, 刘更伯, 李坤明. 安氏 II 类 2 分类错殆伴颞下颌关节紊乱病正畸治疗 1 例[J]. *中华口腔医学杂志*, 2025,60(7):775-780.
- [11]余赛男, 晏艳, 李文慧. 正畸联合牙周治疗对伴错殆畸形牙周炎的临床疗效分析[J]. *郑州大学学报 (医学版)*, 2024,59(05):704-708.
- [12]樊佳兵, 张军梅. 成年女性不同垂直骨面型下颌骨形态的测量分析[J]. *中国组织工程研究*, 2021,25(8):1177-1183.
- [13]李帅, 刘桦, 商永慧, 等. 安氏 II 类错殆畸形佩戴 Twin-block 矫治器时上颌骨的应力分布[J]. *中国组织工程研究*, 2025,29(5):881-887.
- [14]章锦花, 潘洁, 孙志鹏, 等. 不同根管内容物对口腔颌面锥形束 CT 诊断牙根纵裂准确性的影响[J]. *北京大学学报 (医学版)*, 2023,55(2):333-338.
- [15]Zreaqat M, Hassan R, Samsudin R, et al. Three-dimensional analysis of upper airways in Class II malocclusion children with obstructive sleep apnea[J]. *J World Fed Orthod*, 2022,11(5):156-163.
- [16]李羽, 陈林林, 何平华. 基于 CBCT 髁状突体积分析的髁状突骨折后 TMJ 骨性形态测量[J]. *组织工程与重建外科*, 2022,18(4):336-338.
- [17]李照芬, 李灵芝, 羊小娟. 口腔正畸 MIA 技术对安氏 II 类错殆青少年面部软组织侧貌的影响及相关因素分析[J]. *中国美容医学*, 2024,33(12):72-76.
- [18]沈悦, 曾翠敏, 刘明辉, 等. 安氏 II 类 I 分类错殆畸形患者正畸前后 CBCT 测量值分析[J]. *中国美容医学*, 2021,30(10):129-132.
- [19]付玉, 胡鑫浓, 崔圣洁, 等. 骨性 II 类高角错殆患者术前正畸下前牙去代偿效果及牙槽骨改建分析[J]. *北京大学学报 (医学版)*, 2023,55(1):62-69.
- [20]Wang X, Sun X, Wu G. Bilateral sagittal split mandibular ramus osteotomy alters the temporomandibular joint[J]. *J Craniofac Surg*, 2021,32(6):e598-e600.
- [21]张琦, 徐晓媛, 吴聿淼, 等. 无托槽隐形矫治联合正颌手术治疗骨性 II 类高角错殆畸形患者 1 例报告及文献复习[J]. *吉林大学学报 (医学版)*, 2025,51(2):508-515.
- [22]Torgersbråten N, Stenvik A, Espeland L. Patient satisfaction after orthognathic surgery: a 3 year follow-up of 60 high-angle Class II individuals[J]. *Eur J Orthod*, 2021,43(2):215-221.
- [23]高鹤友, 何映西, 徐誉纯, 等. 全下颌下缘环形截骨术与 T 形颞成形术合并下颌角截骨术对比研究[J]. *中华整形外科杂志*, 2023,39(7):695-703.
- [24]焦星琦, 李阳, 伊彪. 下颌升支矢状劈开截骨术后下颌骨短期稳定性的三维分析[J]. *口腔医学研究*, 2021,37(10):931-935.
- [25]赵梓琴, 郭宏铭. 手术优先模式下术后正畸关闭拔牙间隙的初步研究[J]. *北京口腔医学*, 2023,31(01):51-54.
- [26]燕京京, 王爱, 李丹妮, 等. 基于三维 CT 的骨性 III 类错殆畸形患者正颌术后下颌骨矢状向稳定性分析[J]. *中国医科大学学报*, 2023,52(11):1050-1053.
- [27]刘玲, 龚仁国, 董秀华, 等. 正畸联合双颌手术治疗前牙区严重骨性开殆长期稳定性的 Meta 分析[J]. *国际口腔医学杂志*, 2021,48(2):173-179.
- [28]母晓丹, 刘华蔚, 黄晓峰, 等. 安氏分类下颞下颌关节盘动态位置与形态变化的观察[J]. *中华口腔医学杂志*, 2024,59(10):1019-1026.
- [29]Ueki K, Yoshizawa K, Saito Y, et al. Evaluation of condylar surface CT values related to condylar height reduction after orthognathic surgery[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2021,49(8):639-648.
- [30]Park J, Hong K E, Yun J E, et al. Positional changes of the mandibular condyle in unilateral sagittal split ramus osteotomy combined with intraoral vertical ramus osteotomy for asymmetric Class III malocclusion[J]. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, 2021,47(5):373-381.
- [31]高明, 陶永炜, 毕思思, 等. 双侧下颌升支矢状劈开截骨术后近心骨段横向宽度变化的临床观察[J]. *口腔颌面外科杂志*, 2023,33(1):20-25.
- [32]胡超, 吴国平, 上官文松, 等. 两种数字化下颌角截骨导板的设计与临床应用效果比较[J]. *中华整形外科杂志*, 2022,38(4):392-398.
- [33]范晓川, 马琳莎, 李秋菊, 等. 颞下颌关节窝在安氏 II 类错殆畸形成年患者间形态差异的 CBCT 研究[J]. *医学研究杂志*, 2025,54(4):34-38.
- [34]赵家园, 陈启林. 手术优先的正颌正颌治疗模式在骨性错殆矫治中的应用进展[J]. *中国美容医学*, 2024,33(7):190-193.
- [35]王超勋, 田凯月, 马晓辉, 等. 手术优先与正畸优先的正颌正颌联合治疗方法的比较研究[J]. *北京口腔医学*, 2023,31(4):251-254.
- [36]蔡观慧, 管兆兰, 李根, 等. 正畸优先模式与手术优先模式对骨性 III 类患者疗效的差异性研究[J]. *口腔医学*, 2023,43(4):317-321.
- [37]李莉, 孙健, 李亚莉, 等. 数字化技术用于 25 例患者正颌手术效果评价[J]. *上海口腔医学*, 2021,30(2):219-224.

- [38]Ebeling M, Scheurer M, Sakkas A, et al. First-hand experience and result with new robot-assisted laser lefort-i osteotomy in orthognathic surgery: A case report[J]. J Pers Med, 2023,13(2):287.
- [39]Osorio J, Martinez D, López J P, et al. Endoscopically assisted lefort i osteotomy for minimally invasive orthognathic surgery: A technical note[J]. J Craniofac Surg, 2023,34(6):1862-1863.
- [40]Allasseri N, Alasraj A, Al-Morraissi E. Minimally invasive genioplasty: an observational study[J]. Oral Maxillofac Surg, 2023,27(4):639-645.
- [41]Bertossi D, Albanese M, Nocini R, et al. Osteotomy in genioplasty by piezosurgery[J]. J Craniofac Surg, 2021,32(3):e317-e321.
- [42]贺娇娇, 刘畅, 王春晖, 等. 可吸收材料内固定与钛合金内固定对正颌术后骨稳定性的Meta分析[J].海南医学, 2015,26(21):3233-3238.
- [43]张滢坤, 沈子暄, 张然, 等. 榫卯结构辅助可吸收板固定上颌骨 Le Fort I型截骨后骨块的力学稳定性研究[J].中华口腔医学杂志, 2025,60(6):635-643.
- [44]Yao J, Zeng W, He T, et al. Automatic localization of cephalometric landmarks based on convolutional neural network[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2022,161(3):e250-e259..
- [45]唐林俊, 姜欢, 王绍泰, 等. 机器人在正畸领域的应用以及前景[J].现代口腔医学杂志,2024,38(1):70-73.
- [46]回文字, 吴锦阳, 黄建华, 等. 机器人辅助颏成形术行截骨操作的精度评价实验研究[J].上海交通大学学报(医学版), 2022,42(9):1347-1352.

[收稿日期]2025-09-24

本文引用格式: 刘琳, 鞠静岚, 项敬媛, 等. 安氏 II 类错殆畸形的外科治疗进展[J].中国美容医学, 2026,35(4):168-172.

## 不同功能和特点的生物材料在创面修复中的应用进展

豆舒乾<sup>1,2</sup> 武孔佳<sup>1,2</sup> 王迪<sup>1,2</sup> 张晨颖<sup>1,2</sup> 综述, 刘文军<sup>1,2</sup> 审校

(1.昆明医科大学第二附属医院烧伤外科 云南昆明 650000; 2.云南省烧伤研究所 云南昆明 650000)

**[摘要]**创面是正常皮肤组织在各种致伤因素(如:物理、化学、生物以及机体内在因素等)作用下导致的损害。创面愈合需要经历三个过程:局部炎症期、细胞增殖期和组织重建期,如果愈合过程无法顺利进行,伤口将会演变成慢性创面。目前临床上针对创面治疗的生物材料种类繁多,功能不尽相同,如:覆盖保护、抗菌、清创、促愈合等作用。本文就目前生物材料应用于创面修复的不同功能和特点进行分类阐述。

**[关键词]**生物材料;创面;组织工程;生长因子;干细胞

**[中图分类号]**R641 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2026)04-0172-06

## Advances in the Use of Biomaterials for Trauma Repair Based on Different Functions and Characteristics

DOU Shuqian<sup>1,2</sup>, WU Kongjia<sup>1,2</sup>, WANG Di<sup>1,2</sup>, ZHANG Chenying<sup>1,2</sup>, LIU Wenjun<sup>1,2</sup>

(1.Department of Burn Surgery, the Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650000, Yunnan, China; 2.Yunnan Provincial Burn Institute, Kunming 650000, Yunnan, China)

**Abstract:** A wound is a damage to normal skin tissue caused by various injury-causing factors (e.g. physical, chemical, biological and intrinsic to the body). Wounds heal through three processes: local inflammation, cell proliferation and tissue reconstruction, and if the healing process does not proceed successfully, the wound will become chronic. There are many different types of biomaterials available for wound treatment, with different functions, such as covering protection, antibacterial, debridement and healing promotion. This paper presents a classification of the different functions and characteristics of biomaterials currently used in wound repair.

**Key words:** biomaterials; trauma; tissue engineering; growth factors; stem cells

基金项目: 1. 国家自然科学基金项目(编号: 82460444); 2. 兴滇英才计划项目(编号: RSC2019MY018)

通信作者: 刘文军, 教授、昆明医科大学第二附属医院烧伤外科主任、云南省烧伤研究所所长; 研究方向为干细胞、创面修复。E-mail: kmwj1120@qq.com

第一作者: 豆舒乾, 主治医师; 研究方向为创面、瘢痕、干细胞。E-mail: shuqiandou0712@sina.com