

## 外鼻缺损修复方法的研究进展

杨帆 廖泽 吕仁鹏 那鹏 综述, 陈先卓 审校

(川北医学院附属医院整形美容烧伤外科 四川 南充 637000)

**[摘要]** 外鼻缺损修复是整形外科领域中的一项挑战性任务, 其修复方法多样, 包括局部皮瓣、邻位皮瓣、复合组织瓣及游离皮瓣等。选择合适的修复方法需考虑缺损的位置、范围、深度及患者自身情况。本文综述了皮肤移植、皮瓣修复、自体组织移植、新兴再生医学技术及计算机辅助设计、3D打印技术与有限元力学分析在外鼻缺损修复中的应用, 比较各种方法的优缺点及应用进展, 为临床实践提供指导, 并探讨未来研究方向以优化修复效果。

**[关键词]** 外鼻; 亚单位缺损; 修复; 方法; 皮肤移植; 皮瓣修复; 自体组织移植

**[中图分类号]** R622 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455 (2026) 07-0190-05

## Research Progress on Repair Methods of External Nasal Defect

YANG Fan, LIAO Ze, LYU Renpeng, NA Peng, CHEN Xianzhuo

(Department of Plastic and Aesthetic Burn Surgery, Affiliated Hospital of Sichuan North Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China)

**Abstract:** External nasal defect repair is a challenging task in the field of plastic surgery. There are various repair methods, including local flap, adjacent flap, composite tissue flap and free flap. Choosing the appropriate repair methods needs to consider the location, range, depth of the defect and the patient's own situation. This paper reviews the application of skin grafting, flap repair, autologous tissue transplantation, emerging regenerative medicine technology, computer-aided design, 3D printing technology and finite element analysis in the repair of external nasal defect, compares the advantages and disadvantages of various methods and their application progress, provides guidance for clinical practice, and explores future research directions to optimize the repairing of external nasal effect.

**Key words:** external nose; subunit defect; repair; methods; skin grafting; flap repair; autologous tissue transplantation

外鼻作为面部的显著特征, 不仅在面部美学中占据核心地位, 也是呼吸和嗅觉功能的关键器官。外鼻缺损的因素较多, 主要为外伤及肿瘤切除, 感染和先天性畸形也会导致外鼻缺损, 除了影响患者的面部外观, 鼻也可初步过滤和加温空气, 鼻内的嗅神经是嗅觉的主要感受器, 所以鼻组织的缺损也会影响到鼻的正常生理功能, 从而影响患者的正常生活<sup>[1]</sup>。因此, 外鼻缺损的修复重建是整形外科领域中一项重要而复杂的任务。

外鼻缺损根据其解剖位置和范围可分为部分缺损和全鼻缺损, 部分缺损包括小面积缺损和大面积缺损, 小面积涉及鼻尖或鼻翼的小区域部分, 大面积缺损涉及鼻尖、鼻翼和鼻背等多个区域, 甚至伴有面部组织缺损; 而全鼻缺损则可伴有周围面部组织缺损或上颌骨缺损<sup>[2-3]</sup>。缺损修复不仅要求恢复鼻部的形态美学, 还需确保其生理功能性。在整形外科的发展历程中, 外鼻缺损的修复方法经历了从简单到复杂、从单一到多元的演变。早期的修复手段主要依赖于邻近组织直接缝合或简单的皮片移植, 以及软组织

皮瓣修复和游离组织移植等<sup>[4]</sup>, 在实际临床应用中取得了一定的效果, 但由于外鼻的形态复杂性和个体差异, 修复效果往往受到限制, 术后可能出现功能障碍和美观不佳的问题。随着对鼻部解剖学和组织工程学的深入理解, 以及外科技术的不断进步, 假体置入与组织工程技术、计算机辅助设计与3D打印技术等新兴方法为外鼻缺损的修复提供了新的思路<sup>[5-6]</sup>, 不仅能更好地满足患者个体化需求, 还能提高修复的功能性和美观性。本文旨在对外鼻缺损修复方法的相关研究进行系统地综述, 探讨各类修复技术的优缺点, 为临床实践和未来研究提供有价值的参考。

### 1 外鼻缺损的修复方法

1.1 皮肤移植技术: 皮肤移植是既往临床用于修复较小面积外鼻缺损的一种重要方法, 包括全厚和分层皮片移植, 全厚皮片移植保留了皮肤较深层组织结构, 更适用于需要更好弹性和质感的小缺损区域, 如部分鼻缺损。Efthymiou等<sup>[7]</sup>报道了1例右鼻翼皮肤病变患者接受复合耳廓皮肤移植

修复,术后第8周时创面愈合良好,且未发生排异反应。Du等<sup>[8]</sup>使用全层皮肤移植修复鼻翼缺损,美容效果评分良好,且供区部位并发症发生率与使用面颊部位或非面颊部位皮肤移植无显著相关。Suh等<sup>[9]</sup>使用全层皮肤移植修复鼻孔狭窄,结果显示鼻孔表面、鼻孔周长及鼻翼沟到鼻尖的距离在左右两侧的比率接近1,实现了修复后的完全对称,提示了皮肤移植技术在鼻缺损修复中的有效性。此法操作简单、耗时短,愈合速度快,但对于复杂或深层缺损时,可能无法提供足够的结构支持和美学效果,且供区部位非面颊时,移植后易出现肤色差,供区易出现瘢痕,影响整体外观。

## 1.2 皮瓣修复技术

1.2.1 局部皮瓣:局部皮瓣是用于修复小到中等面积外鼻缺损的常用方法,包括旋转皮瓣、推进皮瓣和交错皮瓣等,其中旋转皮瓣是在皮肤缺损的邻近部位设计沿一定轴线旋转而覆盖创面的皮瓣,是皮瓣转位中最简单的转移方式。郭建滨等<sup>[10]</sup>对比了旋转皮瓣、推进皮瓣和Z形皮瓣在鼻唇部皮肤缺损中的修复效果,结果显示:术后6周旋转皮瓣的成活率最高,拆线时间、一期愈合时间及瘢痕评分显著低于其他两种皮瓣,面貌外形、降低疼痛均更优,患者满意度达100%。使用推进旋转皮瓣重建部分厚度鼻翼缺损,是一种功能和美观度兼具的修复选择,可避免鼻翼出现折痕与变形。Shyu等<sup>[11]</sup>使用衬里旋转皮瓣联合三角窝复合移植治疗亚洲多次修复术后短鼻患者,供区与术区均愈合良好,鼻唇角显著减小,患者满意度高。推进皮瓣主要是将缺损处的邻近皮肤进行单向或双向推进,适用于非大面积的颌面部缺损的修复,都兴隆等<sup>[12]</sup>使用双侧改良水平推进皮瓣修复鼻根基底细胞癌切除术后的缺损,修复后第3个月随访,患者伤口愈合良好,外观形态与眼睑功能均恢复良好。李心怡等<sup>[13]</sup>回顾性分析了使用局部穿支蒂推进皮瓣在面中软组织缺损修复中的效果,术后皮瓣均存活,且皮瓣面积较大,为8~18 cm<sup>2</sup>,修复效果较好。交错皮瓣是将皮瓣进行交错互换,实现松解张力、增加长度、改善局部外形与功能的修复方法,常用的有Z形皮瓣、W形皮瓣等。王涛等<sup>[14]</sup>设计了O-Z-O形皮瓣用于面部皮肤缺损修复,结果显示,皮瓣均能完全覆盖缺损处,且伤口均可一期愈合,未发生瘢痕增生,疗效满意。Guan等<sup>[15]</sup>设计了W形皮瓣用于额部皮肤异常增厚修复,结果显示该法可最大限度切除过度病变组织,使凹陷更顺利消退,术后恢复良好,且技术安全可行。当前,交错皮瓣在鼻缺损修复中的应用报道相对较少,但在面部缺损修复中的应用效果提示了其应用于鼻缺损修复中的可行性与安全性。

此外,还有眉间皮瓣、双叶皮瓣、鼻背皮瓣、A-T皮瓣等多种类型<sup>[16-17]</sup>,用于鼻尖、鼻根、鼻背等部分缺损修复中均可实现一期愈合,且皮瓣血运、肤色、修复后鼻外形、通气功能均恢复良好,且供受区瘢痕均不明显,美观度良好,可实现功能与外观兼顾的修复效果,临床实际可

根据缺损部位与面积大小选择合适的局部皮瓣修复,以实现功能与美观的恢复。

1.2.2 邻位皮瓣:邻位皮瓣如鼻唇沟瓣和额部皮瓣,适用于较大缺损的修复,鼻唇沟瓣因其血供可靠、操作相对简单,且颜色和质地与鼻部皮肤相似,而被广泛应用于鼻部缺损的修复。鼻唇沟瓣可通过隧道转移,可以有效地覆盖鼻背中下部的软组织缺损,且在长期随访中,其外观与周围组织融合良好,患者满意度高<sup>[18]</sup>。鼻唇沟筋膜蒂皮瓣在鼻尖多亚单位缺损的修复中也显示出了优越性,其修复后的鼻翼及鼻孔的对称度评分更高,且长期随访中在瘢痕的厚度、面积、柔软度和肤色上也表现出较优秀的效果<sup>[19]</sup>。Li等<sup>[20]</sup>使用鼻唇瓣联合邻位皮瓣对Tessier 3型斜面裂畸形患者进行治疗,结果显示修复效果良好,随访1年内皮瓣颜色、质地与对侧组织相近,术后瘢痕和面部畸形较小,提示双侧鼻唇沟皮瓣修复在大面积缺损中的功能和美学效果均较好,手术方法也更简单,患者满意度较高。其次,额部皮瓣可提供结实的蒂和大量组织,经过分期手术扩张额部皮肤、额部带蒂扩张皮瓣修复鼻部缺损,实现鼻再造,在肿瘤切除后的鼻缺损修复中获得了良好效果,患者对鼻外形均较满意<sup>[21]</sup>。楚菲菲等<sup>[22]</sup>使用扩张额部皮瓣联合翻转瘢痕皮瓣(作为衬里)的二期修复技术对鼻部分缺损进行修复,发现在术后1年随访期间,皮瓣颜色与正常鼻部皮肤相似,额部供区瘢痕不明显,双侧眉毛基本对称,鼻部外观良好,外鼻道通气功能未受影响,部分患者出现鼻尖向下旋转或分界不明显,证实了预扩张额部皮瓣重建鼻部皮肤软组织的有效性。

1.2.3 远位皮瓣:远位皮瓣是取自缺损远处解剖区域的带蒂皮瓣,可取自颅周、上臂甚至股侧,适用于面积较大无法获取邻位皮瓣的损伤<sup>[23]</sup>。Lewis等<sup>[24]</sup>使用患者额头旁正中皮瓣和骨膜瓣进行了鼻黏膜内衬重建,在鼻咽癌患者黏膜切除术后修复中取得良好效果。Hsu等<sup>[25]</sup>对比了嵌合与单个股前外侧筋膜皮瓣对鼻气道的重建效果,发现嵌合股前外侧筋膜皮瓣手术时间更长,皮瓣面积更大,但单个股前外侧筋膜皮瓣术后存在永久性张口呼吸情况,提示了嵌合股前外侧筋膜皮瓣在鼻气道重建修复中效果更佳。此外,Hsieh等<sup>[26]</sup>使用显微外科吻合游离螺旋缘皮瓣对全层鼻部缺损进行了鼻部重建,皮瓣内包括股外侧回旋支动脉/静脉降支及前臂浅静脉,虽有部分皮瓣坏死发生,但总体恢复效果较好,提示了缺损修复中远位皮瓣血管移植在广泛性复合鼻缺损修复中的必要性和有效性。

1.3 自体组织移植:自体组织移植在外鼻缺损修复中具有重要意义,涉及多种创新技术,包括假体或生物支架置入、组织工程和干细胞等。

1.3.1 假体置入技术:假体置入技术通过使用合成材料或自体组织替代物来重建鼻部结构,合成假体通常由硅胶或磁性吸附材料制成,具有良好的生物相容性和稳定性。Gunawardena等<sup>[27]</sup>将置入磁性鼻假体应用于鼻腔和口周癌

的全鼻切除术后鼻修复,患者对静态外观、微笑、言语和吞咽时的外观与功能均较满意,对手术整体满意度较高。陈明等<sup>[28]</sup>对鼻畸形伴鞍鼻畸形患者进行了治疗,采用自体肋软骨移植作为鼻尖支架,鼻背放置膨体、硅胶假体或自体肋软骨,术后鼻部形态良好,高度、宽度、对称性及鼻背角度均得到显著改善。假体置入技术快速有效,但需考虑感染和移位的风险,因而临床多采用自体组织移植。自体软骨或骨作为硅胶及磁性吸附材料的替代物,能够更好地整合到周围组织中,减少排斥反应。王旭东等<sup>[29]</sup>研究显示,结构性自体软骨移植可有效重建Binder综合征轻度患者的鼻部支架,提升鼻部美学协调性。余震等<sup>[30]</sup>将自体髂骨移植应用于开放性粉碎性鼻骨骨折合并鼻骨缺损的患者治疗中,结果显示,一期愈合良好,鼻通气功能恢复,未出现明显畸形,且未发生排异反应与骨质吸收现象,提示了自体软骨或骨组织移植在鼻缺损修复中的效果确切。

1.3.2 干细胞技术:干细胞的多能性使其能够分化为多种细胞类型,促进组织再生和修复,其中,脂肪来源的干细胞在自体移植中被广泛研究,其易于获取且具有良好的再生能力。Wang等<sup>[31]</sup>报道采用人脂肪来源干细胞与鼻中隔软骨细胞构建3D打印仿生鼻翼软骨,可获得接近天然鼻翼软骨的组织学及力学特征,为外鼻缺损再生修复提供了新的组织工程策略。Gensch等<sup>[32]</sup>将人鼻中隔软骨机械粉碎后包埋于I型胶原水凝胶中培养,发现软骨细胞可自发迁移并形成富含II型胶原和蛋白聚糖的新生软骨组织,证明鼻中隔软骨具有较强的软骨再生潜能。

## 2 外鼻缺损的修复技术

2.1 计算机辅助设计:近年来,随着数字化技术的发展逐渐引入医学领域中,计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)和3D打印技术在医学领域的应用正日益增多。CAD技术通过将患者的面部解剖信息数字化,利用三维成像技术(如CT、MRI扫描)生成精确的三维模型,完整、直观地展示患者鼻部的缺损范围、形态及其与周围组织的关系,从而帮助医生制定详细的手术计划,不仅提高了手术的精确性,还为患者提供了更为个性化的治疗方案<sup>[33]</sup>。Bannink等<sup>[34]</sup>将基于统计形态学建模和CAD,对全鼻缺损患者进行个体化鼻修复体设计,通过自动生成鼻部三维形态并结合3D打印制作修复体,提高了鼻部外观重建的精准性和效率。闫怡轩等<sup>[35]</sup>将CAD技术用于唇裂、腭裂患儿鼻托位置的模拟、调整,有效减小了鼻小柱倾斜度和鼻孔宽度,实现了鼻小柱形态改善的良好效果,并一定程度上降低了手术难度。

2.2 3D打印技术:3D打印技术可将CAD生成的三维模型物化,制作出高精度的鼻假体或修复置入物,能够通过逐层沉积材料的方式,精确地再现复杂的解剖结构,尤其适用于鼻部这样精细且外观要求高的区域。钛、聚己内酯和硅胶是研究中最常见的3D打印材料,既满足生物学

要求,又能提供良好的美学效果<sup>[36]</sup>。Shokri等<sup>[37]</sup>使用弹性蛋白-明胶-透明质酸3D打印支架修复鼻中隔软骨缺损,4个月的愈合期后实现了鼻软骨缺损再生及与现有软骨整合。Zare等<sup>[38]</sup>使用3D打印技术打印海藻酸盐-硫酸盐水凝胶复合支架,该支架与天然鼻软骨组织具有机械相似性,提示3D打印技术在鼻缺损修复支架制作中的应用价值。在鼻缺损修复中,CAD和3D打印技术常协同使用,使得从数字化建模到实体假体制作成为一个完整的闭环,其高精度和个性化特性能够精确捕捉患者的个体差异,定制出最符合个人需求的修复方案,通过术前虚拟设计和精确的术中导航,CAD和3D打印技术可以显著减少手术时间。

2.3 有限元分析:有限元分析是一种计算方法,通过将复杂的结构分解成有限数量的小元素,对这些元素进行数学描述和分析,以预测结构在受力时的反应。在医学领域的牙修复手术中,有限元分析可以用来模拟和优化手术过程,实现对牙力学性能的保护作用<sup>[39]</sup>。鼻部的结构复杂,包括软骨、骨骼和软组织等不同材料,这些材料的力学性质各异,有限元分析能够模拟这些不同材料的力学行为及其在手术过程中的相互作用,提高手术的精确性和成功率。Sun等<sup>[40]</sup>在筛骨垂直板矫正歪鼻手术中应用有限元分析,得到了颅底Von Mises应力最小的模型,依据模型得到最小的法兰克福平面切除角度、切除深度和扭转力,降低了颅底骨折风险;An等<sup>[41]</sup>在鼻中隔L形支架治疗部分鼻中隔软骨切除整形手术中应用有限元分析,结果显示所有自体移植材料均降低了L形支架的最大方向变形和鼻尖位移方差,增加了L形支架的稳定性,增强了长期张力作用下的抗变形能力,提示有限元分析在鼻支架材料选择中的评估效果。当前,有限元分析在鼻缺损修复中的应用尚少,该技术有助于医师理解鼻部的生物力学特性,优化手术方案,提高手术效果,未来在鼻部修复手术中将发挥更大的作用。随着计算技术的发展和材料科学的进步,鼻缺损修复技术可进一步发展,为患者提供更安全、更有效的治疗方案,增强修复效果。

## 3 小结和展望

鼻缺损修复技术的发展经历了早期的简单皮肤移植,到如今的皮瓣组织、组织工程、3D打印技术和有限元分析等多学科技术的不断革新,多种技术和方法的应用显著提高了治疗效果和患者的生活质量。当前,皮肤移植、皮瓣修复和自体组织移植仍是主要的修复方法,选择取决于缺损的具体情况,自体组织移植因其优良的支撑力和组织再生能力而发展迅速,但仍需提高安全性及稳定性,组织工程和干细胞技术为更自然、功能化的修复提供了新的途径,而计算机辅助设计、3D打印及有限元分析则提升了手术的精准度和成功率。

随着材料科学的发展,未来将出现更多具有优良生物

相容性和力学性能的组织工程材料,鼻缺损修复技术的发展不仅依赖整形外科,还需要生物材料学、计算机科学、组织工程学等多个领域的协作。多学科交叉合作将推动鼻缺损修复技术朝着个性化、精细化、功能化和生物相容性方向迈进,最终实现美观与功能的完美结合。

#### [参考文献]

- [1]刘言军,庞秀红,李志祥,等.面部推进皮瓣在鼻背皮肤缺损修复中的临床应用[J].中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2025,31(2):75-78.
- [2]张蓉,高瞻,王荣耀.鼻唇沟皮瓣在外鼻缺损修复中的应用[J].中国美容医学,2025,34(8):25-27.
- [3]朱正,薛启元,李刚,等.局部皮瓣一期修复术在鼻翼缺损重建中的临床应用研究[J].中国美容医学,2025,34(11):61-64.
- [4]赵峰,赵霞,路文,等.不同皮瓣修复在外鼻缺损修复中的应用[J].中国耳鼻咽喉科杂志,2020,20(1):41-45.
- [5]任朋洁,徐奕昊,范飞,等.组织工程软骨在鼻再造术中的临床应用[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(2):221-226.
- [6]李谊,胡浩磊,张秀静,等.3D生物打印自体骨结合骨髓间充质干细胞修复兔鼻骨缺损的基础研究[J].生物医学工程与临床,2025,29(3):291-299.
- [7]Efthymiou V, Georgolios A. Techniques to enhance survival of auricular composite graft in reconstruction of skin defects of the nasal ala and nasal sidewall: A case report[J]. World J Plast Surg, 2022,11(3):84-88.
- [8]Du E Y, Moody R A, Armbrrecht E S, et al. Cheek donor site for full-thickness skin graft repair of the nasal ala: Outcomes of a retrospective cohort study[J]. Dermatol Surg, 2022,48(6):613-618.
- [9]Suh J M, Uhm K I. Change in nostril ratio after cleft rhinoplasty: Correction of nostril stenosis with full-thickness skin graft[J]. Arch Craniofac Surg, 2021,22(2):85-92.
- [10]郭建滨,郑敏,吕燕.应用旋转皮瓣修复鼻唇部皮肤缺损的手术技巧和术式探讨[J].中国美容医学,2024,33(1):32-36.
- [11]Shyu V B, Yen C I, Chang F C, et al. Nasal lining rotation flap with triangular fossa composite graft, an effective method for managing the multiply-revised Asian short nose[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2022,75(3):1246-1252.
- [12]都兴隆,马天华,陈红,等.改良双侧水平推进皮瓣修复眉间鼻根基底细胞癌切除术后缺损1例[J].中华整形外科杂志,2024,40(2):218-220.
- [13]李心怡,张铭,张伟,等.局部穿支蒂推进皮瓣修复面中部软组织缺损与面中部皮韧带三维构筑的相关性研究[J].中华整形外科杂志,2022,38(10):1094-1101.
- [14]王涛,罗显雁,岳超,等.O-Z-O皮瓣在面部相邻皮肤缺损修复中的应用[J].中华皮肤科杂志,2020,53(6):465-466.
- [15]Guan Yuanyuan, Deng Huiling, Dong Quping, et al. Clinical outcomes of utilizing a "W"-shaped incision in the management of forehead skin thickening induced by hypertrophic osteoarthropathy[J]. Aesthetic Plast Surg, 2024,48(13):2375-2381.
- [16]金鑫,陈蕊,周碧玉,等.局部皮瓣在鼻部缺损修复中的精准运用—实用与功能的平衡[J].中国现代手术学杂志,2022,26(6):476-479.
- [17]安新山,王德超,张玲染,等.30例鼻面部基底细胞癌术后缺损邻近皮瓣修复的临床分析[J].中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2025,31(3):78-81.
- [18]何志,陈辉,赵聪颖,等.邻位皮瓣在鼻部局部缺损修复中的应用及对美学效果的影响[J].中国美容整形外科杂志,2025,36(5):288-291.
- [19]张蓉,高瞻,王荣耀.鼻唇沟皮瓣在外鼻缺损修复中的应用[J].中国美容医学,2025,34(8):25-27.
- [20]Li Ming, Fu Shuai, Wang Sihang, et al. Reconstruction of oblique facial cleft deformity with adjacent flap and nasolabial flap: A case report[J]. Int J Surg Case Rep, 2024,121:109981.
- [21]周晨阳,袁婧轩,迟文韬,等.面动脉鼻唇沟穿支皮瓣与额部滑车上动脉皮瓣在鼻尖缺损整形中的疗效对照[J].中国美容整形外科杂志,2026,37(2):128-132.
- [22]楚菲菲,唐银科,丁健科,等.额部扩张皮瓣联合翻转瘢痕瓣修复鼻部分缺损的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(9):806-812.
- [23]连涛,郑全好,崔国航,等.口腔颌面软组织缺损患者采用前臂或股前外侧皮瓣修复的效果及其对术后口腔功能及美观度的影响[J].感染、炎症、修复,2022,23(4):205-208,257.
- [24]Lewis T, Care R, Kuta V, et al. The pericranial flap for inner lining of full-thickness nasal defects: A retrospective cohort study[J]. J Laryngol Otol, 2023,137(5):532-536.
- [25]Hsu S Y, Morrison S D, Yildirim M E C, et al. Reconstruction of nasal airway in patients of Class III maxillary defect with vastus lateralis muscle-chimeric double skin paddle ALT flap[J]. BMC Oral Health, 2022,22(1):576.
- [26]Hsieh Y H, Medland J, Lin F, et al. Diversity of the free helical rim flap: A case series tailoring the microsurgical technique to esthetically optimize full-thickness nasal defect reconstructions[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2023,84:341-349.
- [27]Gunawardena D A, Howes D, Fleming S, et al. Reconstruction of a maxillectomy and rhinectomy defect utilising a novel subperiosteal prosthesis and magnet-retained nasal prosthesis: A case report[J]. Oral Oncol, 2022,135:106222.
- [28]陈明,郭宗科,于冰.综合鼻整形术治疗唇裂术后鼻畸形伴鞍鼻畸形临床疗效观察[J].中国修复重建外科杂志,2024,38(1):56-61.
- [29]王旭东,季瀛,郑咏靓,等.结构性自体软骨移植在轻中度Binder综合征患者鼻整形及面中部凹陷矫正中的应用与美学效果评估[J].中国医疗美容,2026,16(3):46-50.
- [30]余震,荀文兴,郑加伟,等.计算机辅助自体髂骨移植I期修复开放性鼻骨缺损治疗体会[J].创伤外科杂志,2021,23(12):911-912,919.
- [31]Wang Guanhuier, Lin Weibo, Yan Wenqiang, et al. Self-assembled

- hADSCs/hNSCs spheroids combined with 3D printed M-shaped GelMA/Pu Scaffolds: Creating histologically biomimetic engineered cartilage that meets the characteristics of alar cartilage[J]. Biomaterials, 2026,326:123691.
- [32] Gensch A, Damle A, Sonsöz O, et al. Migration and chondrogenesis of cells from minced nasal cartilage in Type I collagen hydrogel: A workflow for one-step engineering of injectable grafts[J]. Gels, 2026,12(3):190.
- [33] Al Abid I K, Alghoul W I, Agha A A, et al. From models to implants: The expanding role of 3D printing in orthopedic care[J]. Cureus, 2025,17(11):e97992.
- [34] Bannink T, de Ridder M, Bouman S, et al. Computer-aided design and fabrication of statistically shaped nasal prostheses: A feasibility study[J]. J Prosthet Dent, 2025,134(6):2615-2622.
- [35] 闫怡轩, 陈宇翔, 黄群. 计算机辅助下单侧完全性唇腭裂术前矫治器应用过程中的鼻托调整对矫正鼻孔形态效果的研究[J]. 口腔医学研究, 2022,38(3):234-237.
- [36] Wen Aonan, Zhang Xiaohui, Zhu Yajia, et al. Establishment of a three-dimensional face template dataset with different nasal morphologies and its application in fabricating nasal defect prostheses[J]. J Dent, 2025,159:105834.
- [37] Shokri A, Ramezani K, Jamalpour M R, et al. In vivo efficacy of 3D-printed elastin-gelatin-hyaluronic acid scaffolds for regeneration of nasal septal cartilage defects[J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2022,110(3):614-624.
- [38] Zare P, Pezeshki-Modaress M, Davachi S M, et al. An additive manufacturing-based 3D printed poly ε-caprolactone/alginate sulfate/extracellular matrix construct for nasal cartilage regeneration[J]. J Biomed Mater Res A, 2022,110(6):1199-1209.
- [39] 王一名, 安阳, 刘恋, 等. 基于三维有限元模型分析鼻部软组织形变并优化牵缩鼻畸形机械牵拉治疗方案[J]. 中华整形外科杂志, 2024,40(8):819-828.
- [40] Sun Yidan, Wu Siqiao, Wang Zheng, et al. A safe technique for excising the perpendicular plate of the ethmoid bone in patients with crooked nose: A finite element analysis[J]. Aesthetic Plast Surg, 2024,48(6):1084-1093.
- [41] An Yang, Shu Fan, Zhen Yonghuan, et al. The ethmoid bone is the ideal graft to strengthen nasal septum L-strut among different grafts: An evaluation based on finite element analysis[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2022,75(11):4304-4311.

[收稿日期]2025-04-14

本文引用格式: 杨帆, 廖泽, 吕仁鹏, 等. 外鼻缺损修复方法的研究进展[J]. 中国美容医学, 2026,35(7):190-194.

## 隐形矫治上颌扩弓效率及影响因素的研究进展

孙博文<sup>1</sup> 综述, 熊晖<sup>2</sup> 审校

(1.湖北职业技术学院口腔临床教研室 湖北 孝感 432000; 2.武汉大学口腔医院正畸一科 湖北 武汉 430079)

**[摘要]** 隐形矫治技术的出现为正畸治疗提供了新的理念和手段, 极大地满足了患者对美观和舒适性的需求。然而, 在使用隐形矫治器进行上颌扩弓时, 实际矫治效果常因多种因素与设计目标存在差距。本文综述了隐形矫治上颌扩弓的作用机制、扩弓效率, 还探讨了不同矫治器材料、移动量和移动方式对扩弓效率的影响, 并分析了药物对牙槽骨改建和牙齿移动的潜在作用, 以为临床医生提供优化隐形矫治上颌扩弓治疗的参考依据, 提高矫治效率和临床效果。

**[关键词]** 隐形矫治; 上颌扩弓; 口腔正畸; 扩弓效率; 牙槽骨改建; 牙齿移动

**[中图分类号]** R783.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455 (2026) 07-0194-04

## Research Progress on the Efficiency and Influencing Factors of Maxillary Expansion with Invisible Orthodontics

SUN Bowen<sup>1</sup>, XIONG Hui<sup>2</sup>

(1. Department of Clinical Dentistry, Hubei Polytechnic Institute, Xiaogan 432000, Hubei, China; 2. Department of Orthodontics 1, Hospital of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, Hubei, China)

通信作者: 熊晖, 武汉大学口腔医院正畸一科副主任、主任医师; 研究方向为口腔正畸学。E-mail: xionghui76@163.com

第一作者: 孙博文, 主治医师; 研究方向为口腔正畸学。E-mail: sbowen@163.com