

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.20.047

腓骨移植联合种植修复在颌骨重建中的应用进展

古丽妮尔·阿力普, 尼加提·吐尔逊

(新疆医科大学第二附属医院口腔科, 新疆 乌鲁木齐 830017)

[摘要] 颌骨缺损作为口腔颌面外科领域的重大临床挑战, 多由肿瘤切除、严重创伤或骨髓炎等病因引起, 常导致患者面部轮廓改变、咀嚼功能丧失及社会心理障碍。腓骨移植凭借其可靠的血供基础、充足的骨量及良好的可塑性, 已成为颌骨功能性重建的金标准术式。然而, 颌骨重建的终极目标不仅在于恢复骨骼的连续性, 更需实现具有稳定性、美学外观及咀嚼功能的牙列修复, 而种植体支持式义齿正是达成这一目标的理想方案。本文系统综述腓骨移植联合种植修复的解剖学基础与临床应用, 分析其成功率的关键影响因素, 重点探讨该策略在功能性及美学性重建中的核心价值, 并对未来技术发展方向作出展望。

[关键词] 颌骨缺损; 颌骨重建; 种植修复; 腓骨; 种植体植入术

[中图分类号] R782.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 20-0191-04

Research Progress on the Application of Fibula Grafting Combined with Implant Restoration in Jaw Reconstruction

Gulinigaer · Alipu, Nijati · Tuerxun

(Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830017, Xinjiang, China)

[Abstract] Jaw defect, as a major clinical challenge in the field of oral and maxillofacial surgery, is mostly caused by tumor resection, severe trauma, osteomyelitis and other etiologies. It often leads to changes in patients' facial contour, loss of masticatory function and psychosocial disorders. Fibula grafting has become the gold standard surgical method for functional jaw reconstruction due to its reliable blood supply, sufficient bone volume and good plasticity. However, the ultimate goal of jaw reconstruction is not only to restore the continuity of the bone, but also to achieve denture restoration with stability, aesthetic appearance and masticatory function. Implant-supported denture is exactly the ideal scheme to achieve this goal. This paper systematically reviews the anatomical basis and clinical application of fibula grafting combined with implant restoration, analyzes the key influencing factors of its success rate, focuses on the core value of this strategy in functional and aesthetic reconstruction, and looks forward to the future development direction of the technology.

[Key words] Jaw defect; Jaw reconstruction; Implant restoration; Fibula; Implant placement

颌骨缺损 (jaw defect) 是口腔颌面外科的常见临床挑战, 多由肿瘤切除、严重创伤或感染等因素引起, 不仅导致患者颌面外形破坏, 更严重影响咀嚼、吞咽及语言等基本生理功能。自1989年Hidalgo首次报道采用腓骨瓣进行颌骨重建以来, 该术式已成为修复颌骨连续性缺损的主流方法。然而, 单纯腓骨移植虽能有效恢复骨轮廓与连续性, 但其自身骨高度与骨量常显不足, 难以满足

种植体植入的骨支持需求^[1]。而种植修复虽在功能恢复与使用舒适度方面优势良好, 在严重骨缺损情况下却难以独立实施。因此, 将腓骨移植与种植修复相结合, 形成形态与功能一体化的重建策略, 展现出重要的临床价值^[2]。该联合方案不仅可重建下颌骨的解剖结构, 更能为种植体提供可靠的骨基础, 最终实现外形恢复与功能重建的双重目标。本文系统综述腓骨移植联合种植修复

第一作者: 古丽妮尔·阿力普 (1996.5-), 女, 新疆阿图什人, 硕士, 住院医师, 主要从事口腔种植修复工作

通讯作者: 尼加提·吐尔逊 (1967.12-), 男, 新疆喀什人, 本科, 主任医师, 主要从事口腔种植修复工作

在颌骨缺损中的应用,重点阐述其解剖学基础、临床应用、成功率影响因素,并对未来技术发展方向进行展望,以期为该技术的规范应用与个体化实施提供参考依据。

1 腓骨的解剖学基础

血管化自体骨移植是下颌骨重建的金标准方法^[1, 2]。临床常用供区包括腓骨、髂骨、肩胛骨和桡骨^[3, 4]。腓骨瓣因其充足的长度(可达25 cm)、与下颌骨相似的形态、可折叠特性、恒定血管蒂及双皮质结构等优势,成为颌骨缺损重建的首选。王丽等^[5]研究报道其术后存活率超过95%,进一步证实了其临床可靠性。

2 腓骨联合种植修复的临床应用

2.1 腓骨移植的术式选择 腓骨移植包括单层与双层2种术式。单层移植存在骨高度不足的风险,可能导致面部下1/3垂直距离缩短及美学缺陷;修复时需严格把控冠根比例,防止种植体过载。为增加骨量,可采用双层腓骨移植、髂嵴覆盖移植或垂直骨牵张成骨术^[6]。其中,双层腓骨移植适用于8~10 cm的缺损范围,具有骨量充足、初期稳定性好及血供可靠等优势^[7],但不适用于超过10 cm的广泛缺损。Navarro Cuéllar C等^[6]比较上述3种增量技术,发现种植体失败率无显著差异。另有研究报道^[8, 9],将非血管化腓骨段固定于血管化腓骨下方,可在不影响后期修复的前提下有效缩短手术时间。

2.2 数字化技术的应用 数字化技术的发展提升了种植体植入的精确度。三维模型打印、动态导航、机器人辅助种植系统(RAIS)、计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)与虚拟手术规划(VSP)等技术,共同为实现精准植入提供了支持。个性化3D打印钛网具有良好的贴合性,可有效避免应力遮挡问题。Navarro Cuéllar C等^[10]的研究证实其具备可靠的长期稳定性。RAIS系统在植入精度上优于导板辅助种植(GIS),其植入偏差更小^[11]。CAD/CAM与VSP相结合,可完成高度个性化的修复设计,Antúnez-Conde R等^[12]研究显示,该联合技术在肿瘤术后患者中同样能够实现理想的美学与功能效果。

2.3 种植修复的时机 根据种植体植入时间,颌骨重建联合种植修复可分为同期种植与延期种

植2类。

2.3.1 同期种植 该方式可有效缩短总疗程,但存在干扰骨瓣血运及增加感染风险的可能。Chang YM等^[13]指出其有助于精确恢复牙弓形态,而陈引^[14]报道其术后感染率相对较高。在数字化技术引导下,同期种植的成功率提升,李建成等^[15]的研究中44枚种植体均未出现失败。

2.3.2 延期种植 延期种植更适用于骨愈合条件欠佳或需辅助放疗的患者。其治疗周期较长,但有利于筛选病情稳定的病例。朱兆夫等^[16]报道其15年修复体存留率为78.32%。另有研究表明^[14, 17, 18],延期种植在种植体存留率与边缘骨吸收方面与同期种植无显著差异,但其成功更依赖于医师经验与技术支持水平。

3 影响种植体成功率的因素

3.1 腓骨形态与骨质条件 腓骨中段横断面宽度最大,外踝区可提供更长的可用骨段,合理选择截骨部位有助于改善单层移植时骨高度不足的问题^[19]。研究表明^[20],植入腓骨移植区的种植体短期至中期成功率可达96%~100%,且初期稳定性良好。然而,腓骨本身垂直骨量及骨密度通常低于原生下颌骨,为实现可靠固位,种植体常需与双侧皮质骨接触^[21]。

3.2 骨移植类型的选择 血管化腓骨移植具有较低的骨吸收率,适用于较大范围的骨缺损修复^[22];非血管化移植虽成本较低,更适用于长度<5 cm的缺损,但其远期骨吸收风险较高^[23]。Chiapasco M等^[24]比较发现,术后4~6个月内非血管化组骨吸收更为显著,但后期种植体周围骨吸收情况组间无显著差异。牵张成骨术(TDDO)虽可避免供区并发症,但治疗周期较长,且需多学科协作支持。詹璐等^[25]报道显示,TDDO联合数字化种植技术可实现良好的3年种植体存留率。

3.3 种植体周围炎风险 移植皮瓣所携带的软组织在组织学结构上与天然牙龈存在差异,难以形成具备良好封闭作用的附着龈袖口,导致种植体周围炎发生率约为10%~20%^[26]。临床中可通过角化龈增宽、软组织移植及前庭沟成形等方法改善软组织条件^[26, 27]。周卓靓等^[18]建议,当软组织厚度>4 mm时,可采用复合基台-纯钛支架-全冠的修复设计,有助于在种植体周围形成自洁通道,从而降低炎症风险。Chang YM等^[28]进

一步报道,结合腭黏膜移植可取得更佳软组织重建效果。

3.4 机械并发症 机械并发症主要包括修复体磨损与基台松动,多见于长期随访病例。在单层腓骨移植重建颌骨缺损中,因冠根比例失调,易发生基台松动、折断或修复螺丝松动。传统重建中种植体位置不理想时,常采用倾斜植入结合角度基台,此举将增加周围骨组织应力。Merz BR等^[29]指出,随着基台角度增大,骨应变相应上升,修复失败风险也随之提高。采用莫氏锥度连接可有效降低机械并发症,相关研究报道种植体断裂率接近0%或低于1%,螺丝松动率仅为1.3%^[30]。

3.5 放射治疗的影响 对于接受放射治疗的患者,建议优先选择血供丰富、骨吸收少的双层腓骨移植方式。Navarro Cuéllar C等^[6]研究显示,放疗组与非放疗组在骨吸收方面未见显著差异,但种植体成功率存在统计学差异。He Y等^[31]报道采用双层腓骨瓣对7例患者进行颌骨重建,其中仅1例放疗患者最终通过种植修复实现了功能性咬合重建。

4 总结

腓骨移植联合种植修复技术的成功实施,依赖于精准的骨结构重建与科学的种植时机选择。随着数字化技术的深入应用,手术精度得到提升,但长期并发症的防控仍是当前面临的主要挑战。该技术的优化需依托于修复科、正畸科与颌面外科等多学科团队的紧密协作,通过系统化诊疗路径提升手术成功率与患者满意度。为进一步提高治疗效果,未来应致力于研发新型种植材料与植入技术,以增强种植体的生物相容性与长期稳定性。同时,建立规范的长期随访机制至关重要,通过持续追踪种植体功能状态、周围组织反应及患者生活质量,全面评估该技术的远期疗效。腓骨移植联合种植修复在颌骨功能重建领域展现出广阔前景,通过持续的技术创新与临床优化,有望为患者提供更精准、微创且个性化的治疗方案。

【参考文献】

- [1] Ross DA, Chow JY, Shin J, et al. Arterial coupling for microvascular free tissue transfer in head and neck reconstruction[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2005, 131(10): 891-895.
- [2] Li C, Shi W, Gong Z, et al. Anterolateral thigh perforator flap made by customized 3D-printing fabrication of fixed positioning guide for oromaxillofacial reconstruction: a preliminary study[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2023, 28(1): e41-e47.
- [3] Wilde F, Hanken H, Probst F, et al. Multicenter study on the use of patient-specific CAD/CAM reconstruction plates for mandibular reconstruction[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2015, 10(12): 2035-2051.
- [4] 单小峰, 蔡志刚. 颌骨缺损血管化游离骨瓣重建后的种植修复治疗[J]. 华西口腔医学杂志, 2023, 41(2): 123-128.
- [5] 王丽, 李晨曦, 王正业, 等. 血管化骨瓣在下颌骨缺损修复重建中存活率的网状Meta分析[J]. 中国循证医学杂志, 2025, 25(1): 74-80.
- [6] Navarro Cuéllar C, Ochandiano Caicoya S, Navarro Cuéllar I, et al. Vertical ridge augmentation of fibula flap in mandibular reconstruction: A comparison between vertical distraction, double-barrel flap and iliac crest graft[J]. Journal of Clinical Medicine, 2020, 10(1): 101.
- [7] Ferretti C, Premviyasa V, Reyneke J, et al. A mass guide for the harvest of cortico-cancellous bone from the posterior iliac crest for mandibular reconstruction[J]. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2019, 57(7): 627-631.
- [8] Wang W, Zhu J, Xu B, et al. Reconstruction of mandibular defects using vascularized fibular osteomyocutaneous flap combined with nonvascularized fibular flap[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2019, 24(5): e691-e697.
- [9] Nocini PF, Wangerin K, Albanese M, et al. Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report[J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2000, 28(1): 20-24.
- [10] Navarro Cuéllar C, Tousidonis Rial M, Antúñez-Conde R, et al. Virtual surgical planning, stereolithographic models and CAD/CAM titanium mesh for three-dimensional reconstruction of fibula flap with iliac crest graft and dental implants[J]. Journal of Clinical Medicine, 2021, 10(9): 1922.
- [11] 方巍. 自主式种植机器人用于下颌骨缺损重建后的种植体植入精度分析[C]//中华口腔医学会口腔种植专业委员会. 中华口腔医学会口腔种植专业委员会第15次口腔种植学术会议大会会刊. 中国人民解放军空军军医大学第三附属医院, 2024: 51.
- [12] Antúñez-Conde R, Salmerón J I, Díez-Montiel A, et al. Mandibular reconstruction with fibula flap and dental implants through virtual surgical planning and three different

- techniques:Double-barrel flap,implant dynamic navigation and CAD/CAM mesh with iliac crest graft[J].Frontiers in Oncology,2021,11:719712.
- [13]Chang YM,Chana JS,Wei FC,et al.Use of waxing screws for accurate primary placement of endosteal implants in the vascularized fibular bone-reconstructed mandible[J].Plastic and Reconstructive Surgery,2003,111(5):1693-1696.
- [14]陈引.同期种植和延期种植在血管化游离腓骨瓣重建下颌骨缺损中的应用及评价[D].杭州:浙江大学,2021.
- [15]李建成,颜明明,马正豪,等.口内入路行下颌骨良性肿瘤切除游离腓骨移植同期种植体植入的临床分析[J].华西口腔医学杂志,2025,43(2):212-219.
- [16]朱兆夫,吴汉江,姚倩倩,等.颌骨缺损骨重建及种植修复的临床观察[C]//中华口腔医学会口腔种植专业委员会.中华口腔医学会口腔种植专业委员会第14次全国口腔种植学术会议论文集.中南大学湘雅二医院口腔医学中心,2023:150.
- [17]蔡卓莺,严奉国.血管化平行折叠腓骨瓣重建下颌骨缺损并延期种植[C]//中华口腔医学会口腔颌面外科专业委员会.第十三次全国口腔颌面外科学术会议暨中华口腔医学会口腔颌面外科专业委员会成立30周年纪念活动论文集汇编.浙江大学医学院附属第二医院,口腔颌面外科,2016:480.
- [18]周卓靓,袁之然,杜一飞,等.下颌骨缺损腓骨肌皮瓣重建后种植义齿修复的临床效果评价[J].口腔生物医学,2024,15(2):103-107.
- [19]尤柱,程煜天,杜菁,等.腓骨移植联合种植体植入在颌骨重建中的研究进展[J].精准医学杂志,2020,35(5):463-466,470.
- [20]Mehra M,Somohano T,Choi M.Mandibular fibular graft reconstruction with CAD/CAM technology:A clinical report and literature review[J].The Journal of Prosthetic Dentistry,2016,115(1):123-128.
- [21]Ebeling M,Hagmann A,Derka S,et al.Fibula Grafting for Oromandibular Reconstruction and its Effect on Patient Quality of Life-A Scoping Review[J].In Vivo,2024,38(4):1537-1545.
- [22]李亚男,张凤成,魏泽宁,等.血管化与非血管化骨移植重建下颌骨缺损伴即刻种植临床效果的回顾性研究[C]//中华口腔医学会口腔颌面修复专业委员会.2023年中华口腔医学会口腔颌面修复专业委员会第8次全国口腔颌面修复学学术年会论文汇编.解放军总医院第一医学中心口腔科,北京市崔各庄第二社区卫生服务中心,2023:184-185.
- [23]顾雨薇,王凤,黄伟,等.种植联合血管化髂骨移植重建14例下颌骨缺损的长期疗效观察[J].中国口腔颌面外科杂志,2022,20(5):488-493.
- [24]Chiapasco M,Abati S,Ramundo G,et al.Behavior of implants in bone grafts or free flaps after tumor resection[J].Clinical Oral Implants Research,2000,11(1):66-75.
- [25]詹璐,杨雨菲,罗依麟,等.牵张成骨重建下颌骨节段性缺损术后数字化种植修复的3年回顾性病例系列研究[J].口腔颌面外科杂志,2022,32(2):110-117.
- [26]Chang YM,Wallace CG,Tsai CY,et al.Dental implant outcome after primary implantation into double-barreled fibula osteosepto-cutaneous free flap reconstructed mandible[J].Plast Reconstr Surg,2011,128(6):1220-1228.
- [27]Mertens C,Freudlsperger C,Bodem J,et al.Reconstruction of the maxilla following hemimaxillectomy defects with scapular tip grafts and dental implants[J].J Craniomaxillofac Surg,2016,44(11):1806-1811.
- [28]Chang YM,Wallace CG,Hsu YM,et al.Outcome of osseointegrated dental implants in double-barrel and vertically distracted fibula osteoseptocutaneous free flaps for segmental mandibular defect reconstruction[J].Plastic and Reconstructive Surgery,2014,134(5):1033-1043.
- [29]Merz BR,Hunenbart S,Belser UC.Mechanics of the implant-abutment connection:an 8-degree taper compared to a butt joint connection[J].Int J Oral Maxillofac Implants,2000,15(4):519-526.
- [30]Vinhas AS,Aroso C,Salazar F,et al.Review of the mechanical behavior of different implant-abutment connections[J].Int J Environ Res Public Health,2020,17(22):8685.
- [31]He Y,Zhang ZY,Zhu HG,et al.Double-barrel fibula vascularized free flap with dental rehabilitation for mandibular reconstruction[J].J Oral Maxillofac Surg,2011,69(10):2663-2669.

收稿日期: 2025-10-4 编辑: 张蕊