

下颌骨缺损修复后颞下颌关节位置变化的临床分析

李审绥¹ 田旭东¹ 吴亚东¹ 王伟丽² 唐正龙¹

1. 贵州医科大学附属医院口腔颌面外科, 贵阳 550004;

2. 贵州医科大学附属医院血液科, 贵阳 550004

[摘要] **目的** 通过回顾性分析探讨下颌骨缺损修复术后髁突及颞下颌关节位置改变的影响因素, 并评估骨瓣重建后对髁突及颞下颌关节位置的影响, 以期确定下颌骨缺损修复方案和颞下颌关节重建提供临床参考。**方法** 本研究选取贵州医科大学附属医院2019年6月—2024年5月收治的90例下颌骨截断切除并同期行骨瓣修复术的患者作为研究对象。经严格筛选后, 最终纳入50例完整病例进行回顾性分析。收集患者基本资料、骨缺损大小、位置及修复方式等临床信息, 并获取术前(T0)、术后7~10 d(T1)、术后3月(T2)及术后6月(T3)4个时间节点的颌面部CT数据。运用Mimics 20软件进行三维重建后, 通过Kamelchuk法测量颞下颌关节前间隙、后间隙及上间隙, 根据Pullinger公式计算Ln值(后间隙/前间隙)大小以确定髁突在关节窝中的位置。同时Vitril法和Krisjane法测量下颌骨线距(下颌升支长度、髁突内外极点至矢状面的距离及角度)和关节窝形态指标, 并使用SPSS 21.0进行统计分析。**结果** 下颌骨缺损大小和位置是术后髁突位置变化的重要因素($P<0.05$)。与术前相比, 术后髁突前间隙、后间隙及上间隙均显著增加($P<0.001$)。在术后7~10 d内, 髁突位置前移现象最为显著, 差异有统计学意义($P<0.05$)。对于切除髁突的患者, 术后关节间隙和角度显著增大; 而保留髁突的患者, 仅关节上间隙及前间隙变化差异有统计学意义($P<0.05$)。此外, 在T1~T2时间段内, 髁突内极点到矢状面的距离、关节上间隙、前间隙的变化量与术前髁突位置呈负相关($P<0.05$); 在T0~T1时间段内, 髁突内极点到矢状面的距离、关节后间隙、关节结节角的变化量呈显著负相关($P<0.05$); 值得注意的是, 髁突长轴与冠状轴的夹角的变化量从T1至T3时间段内持续表现出负向变化趋势($P<0.05$)。**结论** 下颌骨缺损骨瓣修复术后, 髁突位置的改变与骨缺损的大小和位置相关, 同时术后颞下颌关节间隙发生适应性改建。术后早期(7~10 d)髁突前移现象随随访时间延长呈现复位趋势, 需进一步扩大样本量

研究。

[关键词] 下颌骨缺损; 骨瓣修复; 髁突位置; 颞下颌关节位置改变; 颌面部CT

[中图分类号] R782.6 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2024337



本文链接 开放科学标识码

Clinical analysis of changes in the position of the condyle and temporomandibular joint after repair of mandibular defects

Li Shensui¹, Tian Xudong¹, Wu Yadong¹, Wang Weili², Tang Zhenglong¹

1. Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Affiliated Stomatological Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang

550004, China; 2. Dept. of Hematology, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

Supported by: Science-Technology Fund of Health Commission of Guizhou Province (gzwkj2024-195); Horizontal Research Project of the Affiliated Stomatological Hospital of Guizhou Medical University (GYKQ2022-HXZD05); Scientific Research Fund of the Affiliated Stomatological Hospital of Guizhou Medical University

[收稿日期] 2024-09-10; **[修回日期]** 2025-02-27

[基金项目] 贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwkj2024-195); 贵州医科大学附属医院横向课题(GYKQ2022HXZD05); 贵州医科大学附属医院科研基金(GYKQKY202305); 贵州省教育厅高等院校教学改革项目(2023143); 贵州医科大学本科教学内容和课程体系改革重点课题(JG2023017)

[第一作者] 李审绥, 主治医师, 硕士, E-mail: lishensui@gmc.edu.cn

[通信作者] 唐正龙, 教授, 博士, E-mail: tangzhenglong@hotmail.com; 王伟丽, 医师, 博士, E-mail: weili533@163.com

(GYKQKY202305); Teaching Reform Program of Higher Education Institutions of Guizhou Provincial Department of Education (2023143); Key Project of Undergraduate Teaching Reform Research at Guizhou Medical University (JG-2023017)

Correspondence: Tang Zhenglong, E-mail: tangzhenglong@hotmail.com; Wang Weili, E-mail: weili533@163.com

[Abstract] Objective This retrospective study aimed to investigate factors influencing positional changes of the condyle and temporomandibular joint (TMJ) following mandibular defect reconstruction with bone flaps, and to evaluate the biomechanical impacts of flap reconstruction on condylar positioning, thereby providing evidence for optimizing surgical protocols and TMJ functional rehabilitation. **Methods** A retrospective study was conducted on 90 patients undergoing mandibular segmental resection with immediate bone flap reconstruction at Guizhou Medical University Affiliated Stomatological Hospital (June 2019 to May 2024). After strict screening, 50 cases with complete data were analyzed. Clinical parameters (defect size, location, reconstruction method) and craniofacial CT scans at four timepoints [preoperative (T0), 7–10 days (T1), 3 months (T2), and 6 months (T3) postoperatively] were collected. Mimics 20 software facilitated 3D reconstruction for measuring TMJ anterior/posterior/superior joint spaces (Kamelchuk method) and calculating condylar position via the Pullinger index [\ln (posterior/anterior space)]. Vitral and Krisjane methods quantified mandibular linear parameters (ramus length, condylar pole distances to the sagittal plane, angulation) and glenoid fossa morphology. Statistical analyses were performed using SPSS 21.0. **Results** Mandibular defect size and location were significant factors influencing postoperative condylar position changes ($P < 0.05$). Compared to preoperative measurements, postoperative condylar anterior, posterior, and superior joint spaces were significantly increased ($P < 0.001$). The most pronounced anterior condylar displacement occurred within 7–10 days postoperatively ($P < 0.05$). In patients with condyle resection, postoperative joint space and angle changes were significant; in patients with condyle preservation, only superior and anterior joint space changes were statistically significant ($P < 0.05$). Additionally, from T1 to T2, the changes in condylar medial-lateral distance, superior joint space, and anterior joint space were negatively correlated with the preoperative condylar position. Compared with preoperative, in the T0–T1 period, condylar medial-lateral distance, posterior joint space, and articular tubercle angle changes were significantly negatively correlated with time ($P < 0.05$). Notably, the angle between the condylar long axis and the coronal axis showed a sustained negative trend from T1 to T3 ($P < 0.05$). **Conclusion** Condylar position changes after mandibular defect repair with bone flap reconstruction are associated with the size and location of the defect. Additionally, adaptive remodeling of the temporomandibular joint (TMJ) joint space occurs postoperatively. The phenomenon of anterior displacement of the condyle in the early postoperative period (7–10 days) shows a trend of reduction with prolonged follow-up time, and further sample size research is needed.

[Key words] mandibular defect; bone flap repair; condylar position; temporomandibular joint position change; maxillofacial CT

下颌骨作为面部下1/3的关键结构,对于维持面部轮廓的完整性及功能发挥着至关重要的作用,通过肌肉—骨骼—神经复合系统精准调控张口运动、咀嚼、吞咽及辅助发音等生理活动。然而下颌骨常受到良恶性肿瘤、外伤、感染等病理因素的影响,导致其节段性缺损,进而引发面部畸形和咬合关系紊乱,极大影响患者美观和生存质量^[1]。随着显微外科及数字化外科技术的融合应用,在下颌骨节段性缺损修复重建中,利用数字化技术精准设计腓骨瓣和髂骨瓣,可以显著恢复下颌骨的连续性、髁突和关节功能^[2]。然而,当病变累及下颌角、下颌升支及髁突时,如何在以咬

合为导向的功能重建中精确复现髁突位置及颞下颌关节(temporomandibular joint, TMJ)的功能,仍是临床面临的巨大挑战^[3-4]。以往的研究^[5-6]多聚焦于骨结构的操作和接触关系,对术后髁突的稳定性及TMJ功能的深入研究相对较少。笔者在临床中观察到部分下颌骨重建病例仍面临牙槽嵴高度不足、下颌骨-腓骨对接不理想及髁突、TMJ位置异常和骨段偏移等现象,提示当前对于髁突重建及TMJ功能的研究仍需完善。

因此本研究通过回顾性分析贵州医科大学附属医院口腔医院利用腓骨及髂骨瓣修复下颌骨缺损的临床病例,探讨影响髁突位置、TMJ关节间隙变

化的临床因素，并进行三维测量分析，为临床上游离骨瓣重建下颌骨髁突及TMJ的位置提供参考。

1 材料和方法

本研究为回顾性研究，已获得贵州医科大学附属口腔医院伦理委员会批准（批准编号：2024伦审第31号），并取得所有患者的知情同意。

1.1 资料

收集2019年6月—2024年5月于贵州医科大学附属口腔医院口腔颌面外科行下颌骨缺损骨瓣修复的患者，共90例。经过严格的纳入标准与排除标准筛选后，最终纳入50例患者，其中男性27例，女性23例，年龄为16~70岁，平均年龄43.33岁。

纳入标准：1) 因肿瘤或感染行下颌骨节段性切除，并同期行骨瓣移植修复下颌骨缺损的患者。2) 病例资料完整。3) 术前双侧颞下颌关节功能正常。4) 完成随访。

排除标准：1) 未进行骨瓣修复下颌骨缺损的患者。2) 采取软组织瓣修复下颌骨缺损的患者。3) 多次手术或首次行重建板修复的二期修复患者。4) 病例资料不全的患者。5) 随访失访的患者。6) 存在颞下颌关节紊乱的患者。

1.2 方法

1.2.1 患者资料收集

记录患者的基本信息（性别、年龄、诊断）、修复方式、既往史、TMJ症状、骨缺损大小、位置、张口度、张口受限及面面对称满意度等临床

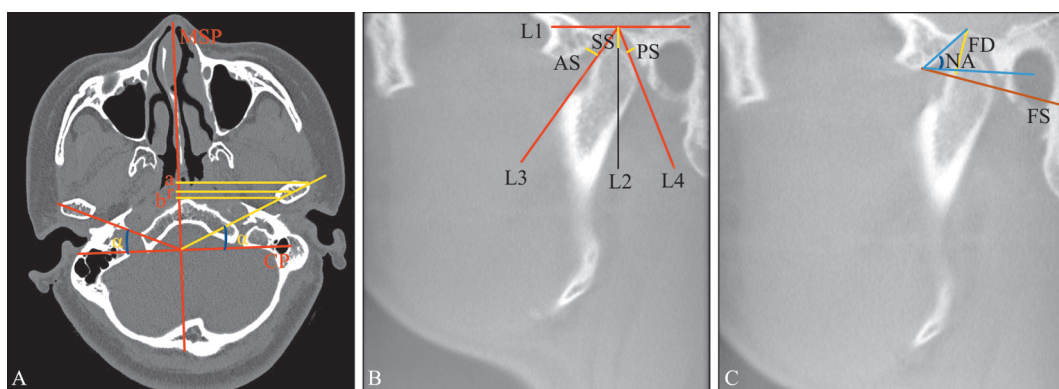
指标。患者术后满意度评价采用以下标准^[7]：1) 满意（8~10分），面形改善好，左右对称；2) 比较满意（4~7分），面形改善良好，左右基本对称；3) 不满意（0~3分），面形改善差，左右明显不对称。由患者及家属3人自我评价取平均值，满意率为满意及比较满意患者占总患者的比例。

1.2.2 数据收集、图像重建

对符合随访超过12月、影像资料全且完成随访的患者（共50例），收集其术前（T0）、术后7~10 d（T1）、术后3月（T2）、术后6月（T3）的CT影像数据（颌面部螺旋CT+三维重建，326 mA，120 V），飞利浦公司，荷兰），数据以“DICOM”格式导出。将数据导入Mimics 20进行三维重建，以获得牙颌面测量数据，骨修复后统一采用重建板固定。

1.2.3 定点及测量

选取鼻根点（N）、前鼻嵴点（ANS）、蝶鞍点（S）、左、右眶下缘点（OrL、OrR）、左侧外耳道最高点（PoL）、左、右下颌角点（GoL、GoR）、左、右髁顶点（CoL、CoR）。采用Kamel-Chuk法^[8]、Vital法^[9]和Krisjane^[10]法测量颞下颌关节区髁突各点间的线距、角度及间隙（图1），下颌骨及TMJ定点测量指标及意义见表1。根据Pullinger^[11]公式计算Ln（PS/AS）的值以定义髁突在关节窝中的位置。当Ln（PS/AS）>0.25表示髁突位于关节窝前部，Ln（PS/AS）<-0.25表示髁突位于关节窝后部，-0.25≤Ln（PS/AS）≤0.25表示髁突位于关节窝中部。



A: 构建基准平面。B: 测量关节间隙；L1为与关节窝上缘相切，L2为L1垂线，L3为髁突前缘切线，L4为髁突后缘切线。C: 关节窝形态测量。

图 1 颞下颌关节及髁突测量方法示意图

Fig 1 Schematic diagram of temporomandibular joint and condyle measurement method

1.3 统计学分析

数据资料采用SPSS 21.0进行分析，每个项目

分别测量3次，取平均值，采用方差分析、t检验、卡方检验或者Fisher精确检验、Pearson相关性分

析, 当 $P < 0.05$ 具有统计学意义。

表 1 下颌骨及 TMJ 测量的指标及定义

Tab 1 Measurement parameters and definition of mandible and TMJ

指标	定义
下颌升支长度 (Co-Go)	髁顶点到下颌角点的距离
关节上间隙 (super articular space, SS)	关节窝顶点至髁突顶点的距离
关节前间隙 (anterior articular space, AS)	过关节窝顶点作髁突前缘切线, 切点与关节窝前缘的最短距离
关节后间隙 (retroarticular space, PS)	过关节窝顶点作髁突后缘切线, 切点与关节窝后缘的最短距离
关节窝宽度 (articular fossa width, FS)	外耳道与关节结节最低点间距离
关节窝深度 (articular fossa depth, FD)	关节窝顶点至外耳道与关节结节最低点间连线的最短距离
关节结节角 (articular nodular angle, NA)	关节窝顶点与关节结节最低点间连线与眶耳平面的夹角
a	髁突外极点到正中矢状面的垂直距离
b	髁突内极点到正中矢状面的垂直距离
r	髁突中心点到正中矢状面的垂直距离
α	髁突长轴与冠状轴的夹角
正中矢状面 (median sagittal plane, MSP)	鼻尖-鼻中隔-枕骨大孔中点连线, 作为矢状面基线

2 结果

2.1 患者临床资料分析

回顾性纳入 50 例下颌骨缺损并同期行血管化骨瓣修复术的患者, 其中良性肿瘤 36 例、恶性肿瘤 12 例、放射性颌骨坏死 2 例。在良性肿瘤中, 成釉细胞瘤占 58.33% (21/36), 牙源性角化囊肿占 22.22% (8/36), 骨化纤维瘤 2 例, 牙源性黏液纤维瘤、软骨瘤、骨巨细胞瘤、骨纤维异常增殖、牙源性黏液瘤各 1 例。恶性肿瘤中, 口底癌占 50% (6/12), 牙龈癌和舌癌各占 16.67% (2/12), 恶性外周性神经鞘瘤 1 例, 肌纤维母细胞性肉瘤 1 例。根据 Brown's 分类^[12], 50 例患者下颌骨缺损类型分布如下: Brown I 类缺损 11 例、Brown I c 类缺损 7 例、Brown II 类缺损 10 例、Brown II c 类缺损 8 例、Brown III 类缺损 7 例、Brown IV 类缺损 6 例、Brown IV c 类缺损 1 例, 见图 2。在术后恢复中除了 2 例患者出现皮瓣危象, 其余腓骨及髂骨瓣均成活, 创口 I 期愈合率约 84.0%。

2.2 临床效果评估

T1 时, 所有患者均未出现钛板暴露、颞下颌关节紊乱相关症状 (弹响及疼痛) 或咬合关系紊乱 (表 2)。T2 和 T3 时, 2 例患者出现钛板外露, 1 例患者出现咬合紊乱。所有患者满意率为 100% (表 3)。根据 Pullinger 公式对下颌骨缺损大小 (以平均值 8.44 cm 为基准) 和位置进行测量分析, 结果显示骨缺损的位置和长度对髁突术后位置变化存在显著影响 ($P=0.030$) (表 4)。此外, 骨缺损修复方式、肿瘤类型及数字化技术应用与术后髁

突位置变化未见显著影响。

2.3 术后下颌骨及髁突位置形态定量分析

2.3.1 髁突位置变化

通过对比术后不同时间点 (T1、T2、T3) 与术前 (T0) 的髁突位置, 发现下颌升支长度 (Co-Go) 的变化趋势为先下降后恢复到术前水平, 尤其术后 7~10 d 的变化最为显著。术后髁突的 SS、AS 及 PS 间隙均显著增加 ($P < 0.001$), 而术后 3 月髁突间隙稳定并恢复至术前水平, 见表 5。进一步研究发现术后 7~10 d 髁突位置前移占 52%, 后移比例为 12%, 正中位占 36%; 但术后 3~6 月, 仅 2 例患者出现髁突前移, 其余均在关节窝正中位置。此外, b 及 α 亦显著增加 ($P < 0.05$), 如图 3。

2.3.2 髁突受累与否的分析

累及/未累及髁突的下颌骨重建术后髁突位置测量结果见表 6、7。结合表 5 对比分析发现: 与术前相比, 髁突切除患者术后 SS、AS、PS 和 α 显著增加 ($P < 0.05$); 而髁突保留患者仅仅是 SS 和 AS 变化具有统计学意义。这些提示在下颌骨缺损修复中, 髁突的保留与否对重建术后髁突位置及 TMJ 功能恢复具有重要影响。

2.3.3 关节窝形态学变化

关节窝形态学测量结果见表 5。结果显示, 术后 NA 较术前显著增大 ($P=0.006$), 表明关节窝发生了适应性形态重塑。而对于髁突切除并行髁突重建的患者, NA 减小更为显著 ($P=0.040$)。这提示在无髁突的情况下, 术中重建髁突可能对关节窝的形态产生改变, 进而可能影响 TMJ 的功能恢复。

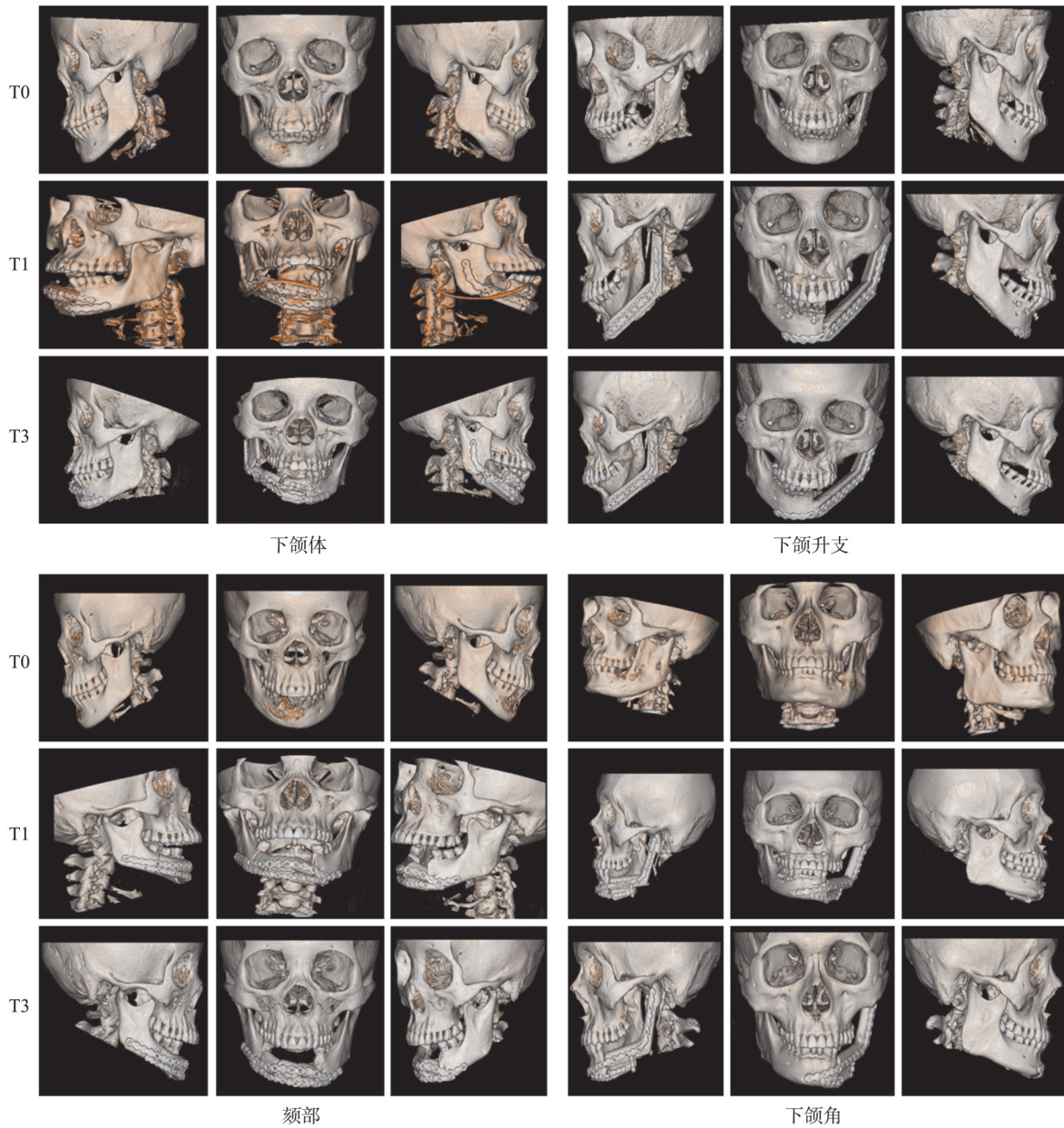


图 2 下颌骨缺损位置及修复重建后的三维重建

Fig 2 Three-dimensional reconstruction of mandibular defect location and after prosthetic reconstruction

表 2 患者术后临床效果评估

Tab 2 Assessment of patients' postoperative clinical outcomes

变量	术后随访时间		
	T1	T2	T3
钛板外露	0	2 (4%)	2 (4%)
TMJ疼痛	0	2 (4%)	2 (4%)
TMJ弹响	0	0	0
咬合紊乱	0	1 (2%)	1 (2%)
张口受限	0	0	0

2.4 术后时间节点指标变化与髁突位置变化量的相关性分析

术后不同时间节点下颌骨髁突修复术后变化

量及其与术前的相关性分析结果见表8、9。

表 3 患者术后满意度评估

Tab 3 Postoperative patient satisfaction evaluation

满意度	术后随访时间		
	T1	T2	T3
满意	44	43	40
比较满意	6	7	10
不满意	0	0	0
满意率	100%	100%	100%

结果显示, 在T1~T2时间段内SS、AS、b的变化量与术前髁突位置呈负相关, 表明这些指标的变化趋势与髁突位置的恢复存在一定的反向关系。同样在T0~T1时间段内PS、NA、b的变化量

亦是如此。此外 α 的变化量从 T1 到 T3 时间段均与髁突位置变化呈负相关 ($P < 0.05$), 进一步证实髁突位置变化与关节窝形态及下颌骨运动功能恢复之间的密切联系。

3 讨论

下颌骨重建的核心目标在于恢复骨连续性、重建咀嚼功能及改善颌面部美观性。TMJ 功能障碍作为下颌骨切除术后常见并发症, 其发生率与髁突重建策略直接相关。当保留髁突头时, 半侧下颌骨切除术后可有效维持 TMJ 运动功能^[13]。研究发现下颌骨重建的局限与 TMJ 功能障碍有关^[14], 但相关研究多存在样本量不足、影像学技术精度有限及髁突定位和 TMJ 间隙的准确性欠佳等问题^[14-15], 致使 TMJ 功能研究尚不充分。因此, 本研究通过分析下颌骨缺损重建病例, 探讨髁突位置、关节间隙容积以及是否保留髁突头对其位置的影响。

在本研究中, 发现骨缺损范围和位置是影响术后髁突位置的移动因素。术后 7~10 d 患者髁突前向移位, 而术后 3~6 个月逐渐回到关节窝的正中。其机制可能涉及: 1) 术中咬肌、翼内肌及翼外肌部分切除导致肌力的不平衡^[16], 引发 TMJ 受力不均; 2) 腓骨移植段与残存咀嚼肌群生物力学适配性不足。随着术后炎症反应消退及肌肉软组织

改建完成, NA 和髁突位置恢复至术前, 提示了术后髁突位置变化的动态性和复杂性。

表 4 患者下颌骨缺损及修复方式对术后髁突位置影响

Tab 4 Effect of patients' mandibular defects and restorative modalities on postoperative condylar position

变量	T3/n			P 值
	髁突前移	中间	髁突后移	
骨缺损/cm				0.030
<8.44	13	8	3	
≥8.44	13	10	3	
下颌骨缺损修复方式				0.700
腓骨瓣	25	15	6	
髂骨瓣	1	3	0	
肿瘤类型				0.400
良性肿瘤	18	15	3	
恶性肿瘤	8	3	1	
是否行数字化技术				0.400
是	18	15	3	
否	8	3	3	
下颌骨 Brown 分类				0.020
Brown I 类缺损	7	4	0	
Brown I c 类缺损	4	2	1	
Brown II 类缺损	6	4	0	
Brown II c 类缺损	3	2	3	
Brown III 类缺损	3	3	1	
Brown IV 类缺损	3	3	0	
Brown IV c 类缺损	0	0	1	

表 5 下颌骨形态测量结果分析

Tab 5 Morphometric results of mandibular positions

指标	T0	T1	T2	T3	4组间比较P值
Co-Go/cm	6.96±0.99	6.12±1.00**	6.36±0.73	6.86±0.73	0.003
SS/cm	0.20±0.10	0.44±0.29****	0.25±0.14	0.32±0.26	<0.000 1
AS/cm	0.08±0.04	0.21±0.20****	0.15±0.13	0.09±0.06	0.000 1
PS/cm	0.15±0.10	0.30±0.22***	0.25±0.16	0.22±0.16	0.001
FS/cm	2.79±0.25	2.81±0.32	2.72±0.22	2.81±0.18	0.130
FD/cm	0.88±0.22	0.86±0.21	0.84±0.12	0.99±0.34	0.060
NA/°	38.21±7.27	37.34±6.89	32.81±5.95*	41.19±6.64	0.006
a/cm	6.08±0.38	6.12±0.58	5.96±0.56	5.93±0.51	0.300
b/cm	4.54±0.35	4.85±0.63*	4.75±0.59	4.62±0.58	0.030
r/cm	5.31±0.36	5.50±0.56	5.37±0.52	5.27±0.49	0.160
α /°	25.85±8.07	31.64±9.09**	30.33±8.31	28.99±10.64	0.013

注: 与 T0 组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, **** $P < 0.000 1$ 。

随着数字化外科技术及 3D 打印技术的应用, 为下颌骨精确重建提供新的策略, 这些技术显著缩减手术时间及术前准备工作, 提高重建的精确度^[17]。但部分患者术后可能会因髁突位置改变而引发的 TMJ 功能障碍, 如关节弹响、张口度不足、下颌偏斜、骨吸收和咬合紊乱等^[4]。然而, 本研究

发现使用数字化技术对术后髁突重建的优越性并不明显, 这可能与腓骨段塑型较少、手术操作难度低有关。而 α 和 r 是髁突位置改变的重要因素, 这与既往研究^[18]不同, 提示对于髁突切除病例, 腓骨头代替髁突头时需维持生理性关节间隙来预防术后关节强直, 但受限于样本量 ($n=16$), 需大

样本队列研究验证。Wang等^[19]分析16例保留单侧髁突徒手重建后关节间隙的变化,证实术后移植同侧髁突显示前下移位,与本研究的结果一致。从T1、T2、T3这3个时间点的矢状面测量结果发

现,与术前相比,术后髁突AS、PS和SS均显著增加,推测可能与髁突形态、下颌关节角的变化相关^[14],而髁突位置变化的改建能否完全适应后续的咬合关系还需要长时间追踪观察。

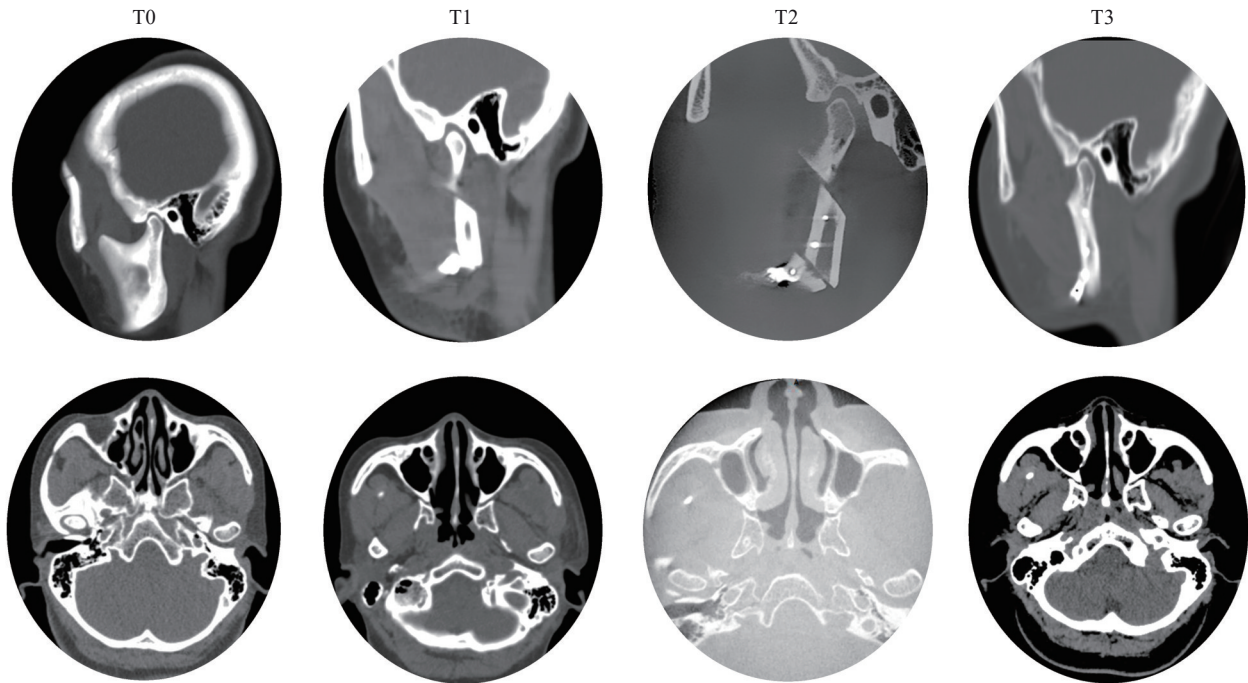


图3 下颌角缺损后重建髁突及关节间隙变化

Fig 3 Changes in condyle and joint space after mandibular angle defect reconstruction

表6 累及髁突的下颌骨重建术后髁突位置测量结果

Tab 6 Measurements of condylar position after mandibular reconstruction with involved condyles

指标	T0	T1	T2	T3	4组间比较P值
SS/cm	0.20±0.09	0.80±0.25****	0.29±0.09	0.35±0.26	<0.000 1
AS/cm	0.08±0.08	0.46±0.25****	0.25±0.17	0.24±0.16	0.003
PS/cm	0.13±0.04	0.51±0.16****	0.44±0.06****	0.47±0.10****	<0.000 1
NA/°	35.39±5.28	34.28±5.20	28.79±3.91*	30.5±5.82	0.040
a/cm	6.20±0.35	6.18±0.74	5.88±0.68	5.95±0.68	0.590
b/cm	4.57±0.58	5.40±0.67**	5.15±0.72	5.29±0.88	0.010
r/cm	5.35±0.28	5.77±0.68	5.46±0.69	5.55±0.74	0.400
α/°	28.77±4.82	37.55±11.22	35.99±8.01	38.10±13.36	0.090

注:与T0组比较,*P<0.05,**P<0.01,****P<0.000 1。

表7 未累及髁突的下颌骨重建术后髁突位置测量结果

Tab 7 Condylar position measurements after mandibular reconstruction without condylar involvement

指标	T0	T1	T2	T3	4组间比较P值
SS/cm	0.20±0.10	0.30±0.16****	0.22±0.15	0.28±0.15	<0.000 1
AS/cm	0.09±0.04	0.13±0.08**	0.10±0.05	0.09±0.06	0.002
PS/cm	0.16±0.10	0.22±0.19	0.16±0.11	0.18±0.07	0.370
NA/°	39.36±7.57	38.92±6.46	34.83±5.77	40.97±7.32	0.140
a/cm	6.05±0.38	6.12±0.51	6.00±0.52	5.96±0.31	0.610
b/cm	4.52±0.36	4.60±0.45	4.55±0.40	4.52±0.24	0.410
r/cm	5.29±0.39	5.39±0.48	5.32±0.43	5.21±0.29	0.480
α/°	24.91±8.81	28.67±5.43	28.52±6.94	28.86±5.60	0.110

注:与T0组比较,**P<0.01,****P<0.000 1。

表 8 下颌骨缺损修复术后变化量测量结果
Tab 8 Measurement results of postoperative changes in mandibular defect repair surgery $\bar{x}\pm s$

指标	T0~T1	T1~T2	T2~T3
Co-Go 变化量/cm	-0.88±1.81	-1.68±2.32	-1.27±1.70
SS 变化量/cm	0.22±0.27	0.02±0.16	0.04±0.22
AS 变化量/cm	0.13±0.19	0.05±0.15	-0.005±0.07
PS 变化量/cm	0.14±0.24	0.09±0.19	0.03±0.16
FS 变化量/cm	-0.03±0.50	-2.66±0.22	0.59±1.20
FD 变化量/cm	-0.04±0.19	-0.15±0.27	-0.10±0.67
NA 变化量/°	-1.67±9.38	-7.77±12.86	-3.77±19.61
a 变化量/cm	-0.07±1.06	-0.31±1.35	-1.32±2.35
b 变化量/cm	0.22±1.03	-0.003±1.16	-1.02±1.82
r 变化量/cm	0.09±1.02	-0.16±1.28	-1.24±2.1
α 变化量/°	5.40±10.83	3.36±12.10	-3.20±16.34

本研究发现2例患者术后6月仍存在髁突前下移位,这可能是由于阈值失真、不同的骨缺损大小及外科医生的经验导致。学者^[20-21]评估髁突重建后三维图像,发现每个方向上有大于5 mm偏差,62%的髁突重建病例存在至少有一个方向上的偏差≥10 mm,提示髁突重建的复杂性和高难度。在

表 9 下颌骨缺损修复术前及术后变化量的相关性分析

Tab 9 Correlation analysis of the amount of preoperative and postoperative changes in mandibular defect repair

组别	SS 变化量		AS 变化量		PS 变化量		NA 变化量		b 变化量		α 变化量	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
T0-T1	-0.06	0.700	-0.07	0.640	-0.34	0.020	-0.49	0.001	-0.42	0.003	-0.47	0.001
T1-T2	-0.41	0.040	-0.54	0.007	-0.39	0.060	-0.15	0.300	-0.52	0.010	-0.69	0.001
T2-T3	0.14	0.680	-0.38	0.270	-0.14	0.690	-0.48	0.150	-0.28	0.430	-0.64	0.040

注: |r|≥0.8 代表两变量间高度相关, 0.6~0.79 为中度相关。P 值为 T0~T1, T1~T2, T2~T3 与术前髁突比较。

综上所述, 下颌骨缺损骨瓣修复重建后, 髁突位置出现变化, 且与骨缺损的大小和位置密切相关。随着时间的推移, 与术前相比, 手术侧的髁突在 T1~T2 中髁突向前下移位, 术后3月、6月趋于稳定, 差异有统计学意义, 提示在手术中移动髁突后将代表原始的术前位置永久移动, 在切除髁突后重建需要注意骨瓣的角度和距离以促进髁突位置的稳定和 TMJ 功能的恢复。最后 TMJ 的 SS、AS 和 PS 间隙逐步增加, 这一变化在 T0~T1、T1~T2 时间段有显著的差异 ($P<0.05$), 且在 T1~T2 时间段内 SS、AS、b 的变化量与术前髁突位置呈负相关, T0~T1 时间段内 PS、NA、b 的变化量亦是如此, 同时 α 的变化量从 T0 到 T3 时间段均为负相关关系 ($P<0.05$), 但这些变化仅仅是暂时的, 在最后术后6月恢复到原始位置。未来的研究应进一步探讨不同重建策略对髁突位置变化的影响, 以及如何通过手术技术改进来优化髁突位

本研究中所有手术均由在肿瘤手术和下颌骨重建方面具有丰富经验的高素质外科医生执行。

接下来进一步发现在 T1~T2 时间段内 SS、AS、b 的变化量与术前髁突位置呈负相关, T0~T1 时间段内 PS、NA、b 的变化量亦是如此, 同时 α 的变化量从 T0~T3 时间段均为负相关关系, 其中 AS、b、α 为相关, 这些结果表明随着时间延长, 髁突及关节的改建逐步减少, 并趋于稳定。这一发现对于理解术后髁突位置变化的动态过程及 TMJ 功能恢复的影响具有重要意义。在 T0~T1、T1~T2 时间段, 这些差异表明髁突从原始术前位置发生了相当大的变化, 主要原因考虑是: 第一, 手术后髁突位置和髁突长轴的斜率可能会产生显著改变, 引发 TMJ 间隙变化^[22], 表现为 T1~T2 时间点髁突变化较快, T2~T3 趋于稳定; 第二, 咬合关系恢复的适应性改建; 第三, 神经肌肉等内环境受到重建手术的影响。此外, 还可能受到许多因素的影响, 如在患者恢复期间咀嚼肌被重新连接并重新平衡到新的位置——骨断端, 过度劳累和肌肉拉伸也可能削弱髁突稳定性^[23]。

置和 TMJ 的长期功能恢复。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

[1] Song IS, Ryu JJ, Choi YJ, et al. Pre-contoured reconstruction plate fabricated via three-dimensional printed bending support[J]. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2021, 47(3): 233-236.

[2] Kurlander DE, Garvey PB, Largo RD, et al. The cost utility of virtual surgical planning and computer-assisted design/computer-assisted manufacturing in mandible reconstruction using the free fibula osteocutaneous flap[J]. J Reconstr Microsurg, 2023, 39(3): 221-230.

[3] van Baar GJC, Forouzanfar T, Liberton NPTJ, et al. Accuracy of computer-assisted surgery in mandibular reconstruction: a systematic review[J]. Oral Oncol, 2018,

- 84: 52-60.
- [4] Nham TT, Koudougou C, Piot B, et al. Prosthetic rehabilitation in patients with jaw reconstruction by fibula free flap: a systematic review[J]. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2024, 125(3): 101735.
- [5] Tang QC, Li YX, Yu T, et al. Association between condylar position changes and functional outcomes after condylar reconstruction by free fibular flap[J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(1): 95-103.
- [6] Swendseid B, Philips R, Rimmer R, et al. Postoperative anatomic position of mandibular free flap neocondyles affects patient symptoms[J]. *Facial Plast Surg Aesthet Med*, 2021, 23(1): 36-41.
- [7] Liu S, Zhang WB, Yu Y, et al. Three-dimensional accuracy of bone contouring surgery for zygomaticomaxillary fibrous dysplasia using virtual planning and surgical navigation[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 78(12): 2328-2338.
- [8] Kamelchuk LS, Grace MG, Major PW. Post-imaging temporomandibular joint space analysis[J]. *Cranio*, 1996, 14(1): 23-29.
- [9] Vitral RW, Telles Cde S. Computed tomography evaluation of temporomandibular joint alterations in class II Division 1 subdivision patients: condylar symmetry[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2002, 121(4): 369-375.
- [10] Krisjane Z, Urtane I, Krumina G, et al. Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients[J]. *Stomatologija*, 2009, 11(1): 32-36.
- [11] Pullinger A, Hollender L. Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1986, 62(6): 719-727.
- [12] Brown JS, Barry C, Ho M, et al. A new classification for mandibular defects after oncological resection[J]. *Lancet Oncol*, 2016, 17(1): e23-e30.
- [13] Kang SH, Lee S, Nam W. Condyle dislocation following mandibular reconstruction using a fibula free flap: complication cases[J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2019, 41(1): 14.
- [14] Al-Wesabi SN, Abotaleb B, Al-Shujaa EA, et al. Three dimensional condylar positional and morphological changes following mandibular reconstruction based on CBCT analysis: a prospective study[J]. *Head Face Med*, 2023, 19(1): 3.
- [15] 肖晨亮, 孙丽君, 徐路, 等. 下颌骨节段性缺损腓骨修复重建后分段垂直牵张成骨及种植修复 1 例报告[J]. *口腔颌面外科杂志*, 2024, 34(4): 319-323.
- Xiao CL, Sun LJ, Xu L, et al. Segmental mandibular defect fibula graft repair and reconstruction with vertical segmented distraction osteogenesis and implant rehabilitation: a case report[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2024, 34(4): 319-323.
- [16] Yu KH, Lim HJ, Kim SM, et al. Comparison of condylar displacement after sagittal split ramus osteotomy depending on the glenoid fossa depth[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2021, 49(1): 9-16.
- [17] Wang Y, Li B, Liao J, et al. Comparison of condylar position after free fibular flap mandibular reconstruction using computer-assisted and traditional techniques[J]. *BMC Oral Health*, 2024, 24(1): 452.
- [18] 李云龙, 刘晓琳, 张晓燕, 等. 游离腓骨瓣重建下颌骨术后对称性的 CBCT 评价[J]. *现代口腔医学杂志*, 2022, 36(6): 383-391.
- Li YL, Liu XL, Zhang XY, et al. CBCT evaluation of symmetry after mandibular reconstruction with free fibula flap[J]. *J Modern Stomatol*, 2022, 36(6): 383-391.
- [19] Wang W, Shan XF, Liang J, et al. Changes in condylar position after mandibular reconstruction with condylar head preservation by computed tomography[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 77(6): 1286-1292.
- [20] Swendseid B, Philips R, Rimmer R, et al. Postoperative anatomic position of mandibular free flap neocondyles affects patient symptoms[J]. *Facial Plast Surg Aesthet Med*, 2021, 23(1): 36-41.
- [21] Goormans F, Sun Y, Bila M, et al. Accuracy of computer-assisted mandibular reconstructions with free fibula flap: results of a single-center series[J]. *Oral Oncol*, 2019, 97: 69-75.
- [22] Tabrizi R, Shahidi S, Bahramnejad E, et al. Evaluation of condylar position after orthognathic surgery for treatment of class II vertical maxillary excess and mandibular deficiency by using cone-beam computed tomography[J]. *J Dent (Shiraz)*, 2016, 17(4): 318-325.
- [23] Schulz KL, Kesting MR, Nobis CP, et al. Three-dimensional evaluation of condylar position after mandibular reconstruction with a fibula free flap-comparison of different surgical techniques[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2023, 52(6): 648-655.