

个性化原位塑形导板在血管化髂骨肌瓣修复下颌骨缺损中的应用

鲁婷玮 刘朝明 吴添福* 邵喆 孙艳芳 孙志军 刘冰

(武汉大学口腔医学院口腔颌面头颈肿瘤外科 湖北 武汉 430079)

[摘要] **目的:**分析使用虚拟手术设计的个性化原位塑形导板行血管化髂骨断蒂前原位塑形的临床效果。**方法:**选取 20 例收治的行下颌骨肿瘤切除术并用自体髂骨肌瓣重建下颌骨的患者为研究对象。原位塑形导板为按设计截骨后将两侧下颌骨断端用桥杆连接的导板模型。截取髂骨后,按原位塑形导板调磨好骨块,再离断血管蒂。使用和未使用原位塑形导板的患者各 10 例,分别归为 A 组和 B 组,比较术前术后两侧髁突间、下颌角点间距离及下颌骨颏前点至髁突连线中点距离的偏差。**结果:**20 例手术均成功。A 组平均手术时间明显小于 B 组(5.24 h VS 7.09 h, $P=0.01$);A、B 两组术后平均住院天数(9.6 d VS 11.2 d, $P=0.02$)。A 组与 B 组相比:术后髁突间距离的平均偏移为:(1.44±0.99) mm VS (1.92±0.81) mm, ($P=0.44$);术后下颌角间距离的平均偏移为:(1.83±0.80) mm VS (2.50±1.50) mm, ($P=0.36$);下颌骨中点至髁突连线中点的平均偏差为:(0.97±0.40) mm VS (2.67±3.31) mm, ($P=0.29$)。**结论:**在髂骨肌瓣血管蒂离断前应用个性化原位塑形导板,可以提高手术效率和精度,促进患者康复。

[关键词] 虚拟手术 原位塑形 髂骨移植 下颌骨重建

[文献标识码] A **[文章编号]** 1671—7651(2019)08—0766—06

[doi] 10.13701/j.cnki.kqxyj.2019.08.011

Application of Individualized in-situ Moulding Guide Plate in Mandibular Reconstruction using a Vascularized Iliac Muscle Flap. LU Tingwei, LIU Chaoming, WU Tianfu*, SHAO Zhe, SUN Yanfang, SUN Zhijun, LIU Bin. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Hospital of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China.

[Abstract] **Objective:** To analyze the clinical effect of in-situ moulding of vascularized iliac bone before disconnecting vessel pedicle using individualized in-situ moulding guide plate. **Methods:** 20 patients with mandibular tumors who underwent tumor resection were selected and repaired with autologous iliac muscle flap. The in-situ moulding guide plate was a guide plate that using a bridge to connect two mandibular ends after osteotomy. After iliac bone extraction, the bone was grinded according to the in-situ moulding guide plate. 10 cases were defined as group A which used in-situ moulding guide plate, and 10 cases defined as group B without guide plate. The deviations between post-operative and preoperative design were compared. **Results:** All 20 operations were successful. Patients recovered well. The average operation time of group A and group B were 5.24h and 7.09h, respectively ($P=0.01$). The average hospital days after operation were 9.6d and 11.2d, respectively ($P=0.02$). The average deviations of condylar distance for group A with group B were (1.44±.99) mm and (1.92±0.81) mm, respectively ($P=0.44$), the average deviations of mandibular angle distance after operation were (1.83±0.80) mm and (2.50±1.50) mm, respectively ($P=0.36$), and the average deviations from the midpoint of mandible to the midpoint of condylar connection were (0.97±0.40) mm and (2.67±3.31) mm, respectively ($P=0.29$). **Conclusion:** The application of individualized in-situ moulding guide plate can improve the operation efficiency and accuracy and promote recovery.

[Key words] virtual surgery in-situ moulding iliac bone graft mandibular reconstruction

基金项目 武汉市青年科技晨光计划(编号:2017050304010305)

作者简介 鲁婷玮(1996~)女,江苏常州人,学士在读,主要从事颌面外科的临床及研究工作。

* **通信作者** 吴添福, E-mail: wutianfu@whu.edu.cn

下颌骨位于面部下三分之一,在咀嚼、语言等功能的行使及容貌的维持上发挥重要的作用^[1]。肿瘤、创伤、炎症等因素可造成下颌骨缺损,尤其是一侧或颈部缺损,可对患者的面容及功能产生极为明显的影响,带来生理和心理上的严重打击,影响其社

表 1 患者临床资料

Tab. 1 Clinical data of patients

组别	性别		年龄范围/岁	病理诊断/例			平均截骨长度/cm	平均截骨高度/cm
	男	女		良性肿瘤	恶性肿瘤	非肿瘤性疾病		
A 组	6	4	41.3(25~63)	7	1	2	5.85±1.70	2.31±0.23
B 组	3	7	35.3(15~65)	6	0	4	7.03±1.66	2.41±2.92

会活动及生存质量^[2]。

自 1979 年 Taylor 等^[3]首次将髂骨瓣用于颌骨缺损修复重建以来,以髂骨瓣为代表的血管化骨组织瓣已成为修复下颌骨缺损的主要方法之一。但因髂骨与颌骨形态差异较大,移植骨塑形时往往需要反复调整多个节段、斜面,需要 40~60 min 甚至更长时间^[4]。传统的这些成型操作均在移植骨血管蒂离断后进行,在调磨过程中难以观察血供且容易损伤血管蒂,更重要的是移植骨长时间处于缺血状态,增加了手术的风险^[5]。

近几年数字化外科技术的发展,给颌骨重建手术的效率 and 精度改进提供了极大的帮助^[6]。在目前大量采用的辅助颌骨重建的数字化外科的基础上,我们设计了一种新型塑形导板,在术前设计阶段,完整地测量术中各个骨截面的角度和方向,制作具有相应缺损模型的塑形导板用于骨肌瓣血管蒂离断前的原位塑形。使用该塑形导板对移植骨块进行精细化的调磨,过程中可观察骨块的血供情况,也可保护穿支及血管蒂,最终确保移植骨块在断蒂前已达到受区所需要的形态。离断移植骨血管蒂后,无须进一步成型,可直接行血管吻合,极大地减少了移植骨的缺血时间。

本研究选择了武汉大学口腔医院口腔颌面外科收治的行自体血管化髂骨修复重建下颌骨缺损的患者,将术中行原位塑形的病例定义为 A 组,将未行原位塑形的病例定义为 B 组,分析比较在重建精度、效率以及患者住院时间等方面的差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究选取 2016 年 1 月~2018 年 11 月期间于武汉大学口腔医院行自体血管化髂骨移植修复重建下颌骨缺损的患者共 20 例。为减少偏差,所有研究对象均于术中行下颌骨节段性切除后同期行下颌骨修复术,均为下颌骨 L 型缺损^[7],均为同一治疗组案例,均使用术前虚拟手术设计。其中,受区动脉包括面动脉($n=14$)、甲状腺上动脉($n=6$);受区静脉包括面静脉($n=2$)、面总静脉($n=8$)、颈外静脉($n=10$)。20 例髂骨中,19 例截取同侧髂骨,1 例截取对侧髂骨。为方便资料分

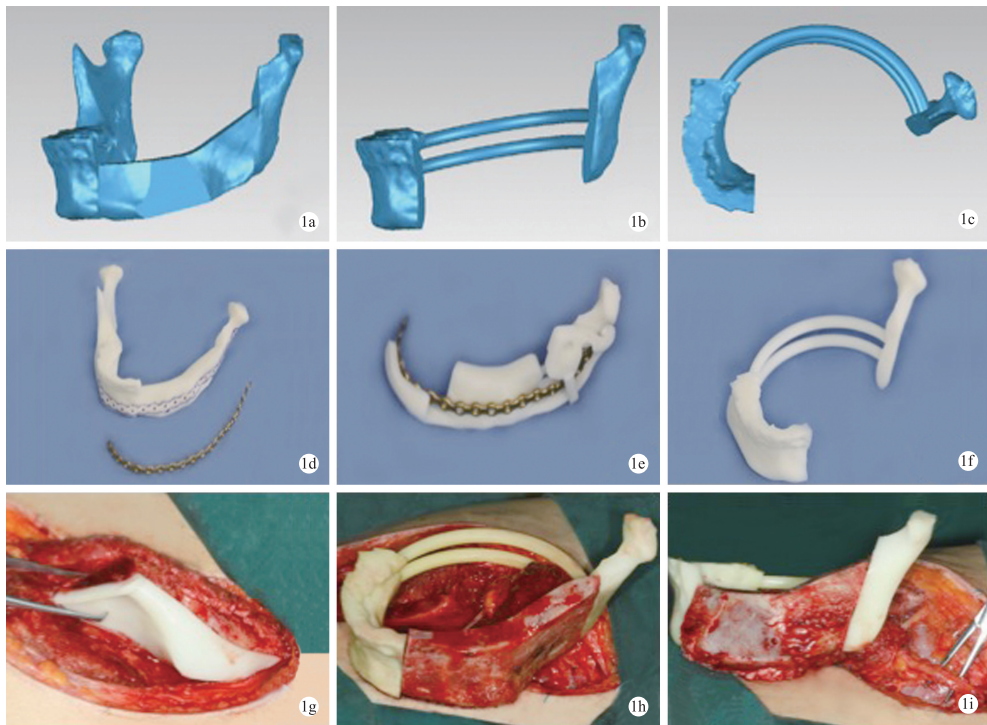
析,将术中行原位塑形者归为 A 组;将术中未行原位塑形者归为 B 组。临床资料见表 1。批准文号:[2018]伦审字 B29 号。

1.2 术前设计 将患者头颈部 CBCT 及髂部 MSCT 影像学资料,以 DICOM 格式导入 Mimics 17.0,手动分离建立下颌骨模型,标记病变位置及截骨线,拟合同侧髂骨至下颌骨缺损区,根据镜像及对位咬合情况调整位置,行虚拟截骨及重建手术。制作原型、重建后模型、截骨、取骨等系列导板,随后打印成 3D 立体模型。A 组另外设计给髂部供区使用的原位塑形导板,用于血管蒂离断前髂骨形态的精细调整(图 1)。

1.3 手术过程 排除患者全麻及手术禁忌症后,经鼻气管插管,常规消毒铺巾。充分暴露下颌骨术区,显露与导板接触的骨面,剥离表面软组织,固定截骨导板,截除病变下颌骨后移除截骨导板,放置复位导板及钛重建板,恢复两侧骨块的位置。充分止血后分离好相关动、静脉,备血管吻合使用。B 组按术前设计方案制取髂骨肌瓣,在距旋髂深动静脉起始处 2 mm 位置截断血管蒂,根据缺损形态行骨块的调磨,然后行血管吻合和移植骨的固定。A 组则在旋髂深动静脉离断前,利用原位塑形导板行髂骨肌瓣前后、内外、高低及骨接触面的调整,使骨块与缺损模型紧密契合,最后再断开血管蒂,直接行显微血管吻合,钛板钛钉固定移植骨(图 1)。

1.4 术后评估 术后患者行颌面部 CBCT 检查,将扫描结果导入 Mimics,重建术后三维模型,并比较重建骨与术前设计的偏差。冠状面测量的指标包括:术前术后髁突间距离、双侧下颌角点间距离的改变情况;矢状面测量的指标包括:术前术后下颌骨颏前点至髁突连线中点的距离改变情况(图 2)。此外,还比较了 A 组与 B 组患者在手术时间、术后住院天数、术后对面型的满意程度及并发症率等方面的情况。

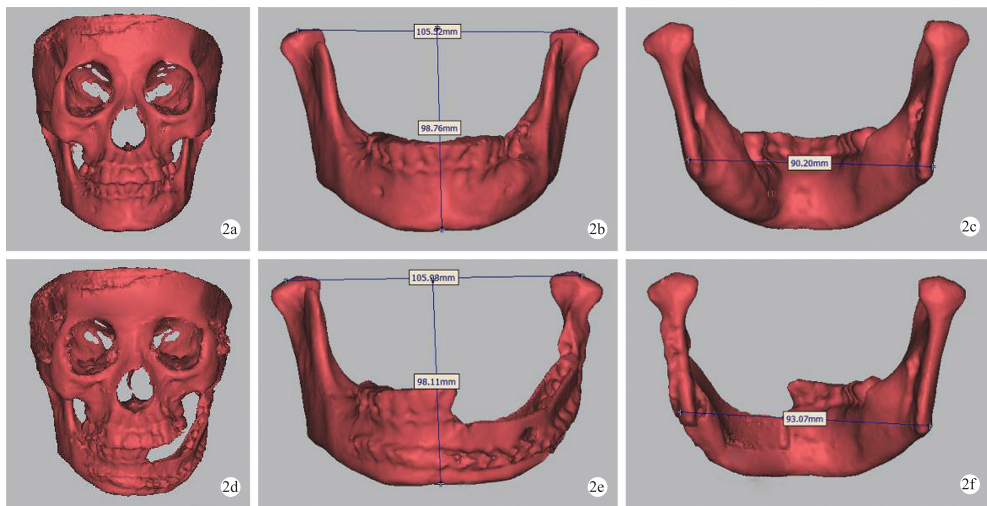
1.5 统计学方法 应用 SPSS 20.0 统计软件对各组数据进行分析,所有数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。



1a: 虚拟手术设计截骨重建方案及最终重建效果模型; 1b: 原位塑形导板及颌骨缺损模型的侧面图; 1c: 原位塑形导板及缺损模型的俯视图; 1d: 用重建好的模型进行钛板的预弯制; 1e: 将钛板固定于重建导板上便于精确转移、复位下颌骨残端; 1f: 3D 打印的个性化原位塑形导板携带有与颌骨缺损及两侧颌骨残端完全一致的信息; 1g: 按髂骨取骨导板截取髂骨肌瓣; 1h: 将截取好的髂骨肌瓣初步就位; 1i: 旋髂深动静脉离断前(血管钳示意处)按原位塑形导板对移植骨块进行精细的调整

图 1 代表性案例展示术前设计及术中的原位塑形

Fig. 1 A typical case shows the preoperative design and in-situ moulding during operation.



2a: 术前三维重建模型; 2b: 测量术前双侧髁突间距离和下颌骨颏前点至髁突连线中点的距离; 2c: 测量术前双侧下颌角间距离; 2d: 术后三维重建模型; 2e: 测量术后双侧髁突间距离和下颌骨颏前点至髁突连线中点的距离; 2f: 测量术后双侧下颌角间距离

图 2 代表性案例展示术前-术后下颌骨前后方向、左右方向的偏差测量分析

Fig. 2 A typical case shows the measurement of mandibular deviation in fore-and-after directions and left-to-right directions before and after operations.

2 结果

全部 20 例手术都按术前既定的手术方案顺利完成, 所有移植的骨瓣均成活, 手术成功率为 100%。术后所有患者中线无明显偏移, 咬合关系恢

复良好, 面型基本对称(图 3)。颌骨 CBCT 显示所有患者术后两侧髁突位置正确, 移植骨与下颌骨连续性好, 接触面密合, 双侧对称性与术前设计一致, 钛板钛钉无移位松动。

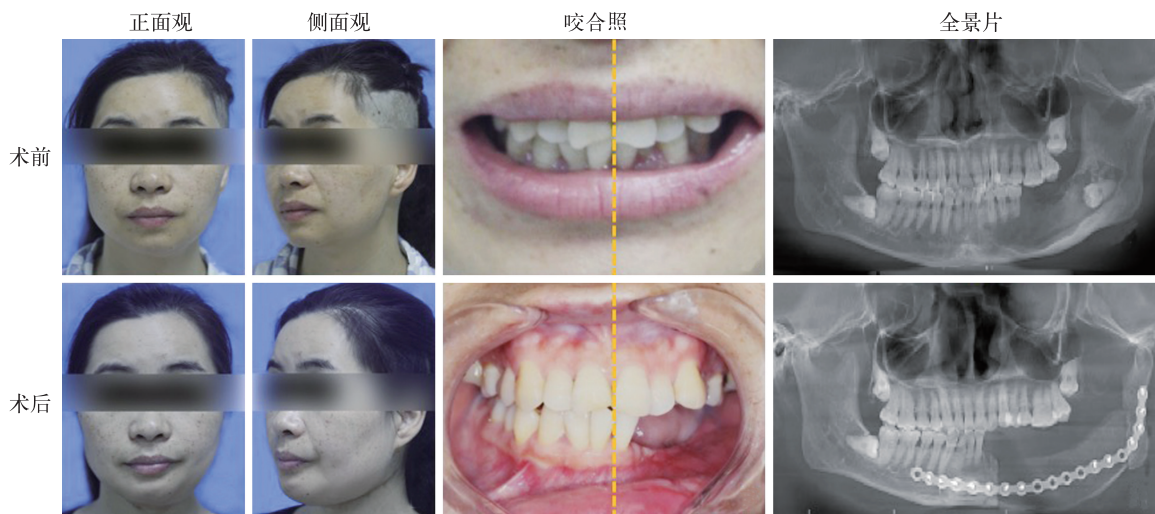


图 3 代表性案例展示术后-术前正侧面像及咬合情况

Fig. 3 A typical case shows the frontal image, profile, and occlusion before and after operations.

表 2 患者术前术后测量数据及平均偏差

Tab. 2 Patients' preoperative and postoperative measurements and mean deviations

项目	A 组			B 组		
	术前	术后	偏差	术前	术后	偏差
髁突间距离/mm	105.94±3.63	106.29±3.88	1.44±0.99	111.63±3.83	112.13±2.97	1.92±0.81
下颌角间距离/mm	95.86±3.77	96.43±3.83	1.83±0.80	102.34±6.59	104.58±6.73	2.50±1.50
下颌骨中点至髁突中点的距离/mm	103.82±4.29	103.83±4.37	0.97±0.40	107.64±3.87	105.62±2.76	2.67±3.31

术后效果与术前设计相比, A 组术后髁突间距离的平均偏移为: (1.44 ± 0.99) mm, B 组为: (1.92 ± 0.81) mm, 两者之间差异无显著意义 ($P = 0.44$)。同样的, 术后术前下颌角间距离的改变在 A 组为: (1.83 ± 0.80) mm, 在 B 组为: (2.50 ± 1.50) mm, ($P = 0.36$)。在矢状面上, 下颌骨中点至髁突连线中点的偏差, 在 A 组为: (0.97 ± 0.40) mm; 在 B 组为: (2.67 ± 3.31) mm, ($P = 0.29$)。虚拟手术及 3D 打印导板的应用降低了术中截骨及取骨过程中的偏差, 而原位塑形导板的加入可以在分组手术时有充裕的时间进行精细的调整, 在一定程度上提高移植骨块塑形的精确度, 故可以看出 A 组在髁突、下颌角以及矢状面上的平均偏差均小于 B 组(表 2), 然而 P 值没有显著差异, 可能与纳入统计的样本量较小有关。

在手术时间方面, A 组平均为 (5.24 ± 0.71) h, B 组平均为 (7.09 ± 0.84) h, 两者之间差异有显著意义 ($P = 0.01$)。在术后住院天数方面 A 组平均为 (9.60 ± 1.02) d, B 组平均为 (11.2 ± 0.87) d, 两者之间有显著性差异 ($P = 0.02$, 表 3)。

术后随访发现, A 组中 7 人对术后面型满意, 3 人对术后面型基本满意; 相比而言, 在 B 组中, 6

人对术后面型表示满意, 4 人对术后面型基本满意; A 组与 B 组所有患者术后均无双侧颞下颌关节区不适。术后 6 个月, 所有患者已基本恢复正常步态。A 组与 B 组均无腹壁疝等供区严重并发症。

表 3 患者手术时间及术后住院时间

Tab. 3 Patients' operative time and length of stay after operation

组别	手术时间/h	术后住院时间/d
A 组	5.24±0.71	9.60±1.02
B 组	7.09±0.84*	11.2±0.87*

注: 与 A 组比较, * $P < 0.05$

3 讨论

自体髂骨是修复下颌骨缺损的主流供骨之一, 分为血管化和非血管化髂骨移植两类^[8]。自 1979 年开始行以旋髂深血管为蒂的髂骨移植后, 血管化骨瓣联合钛板坚固内固定已成为下颌骨缺损重建的金标准^[8]。近年来数字外科技术发展迅速, 可利用虚拟手术辅助术者在术前模拟病灶的切除及颌骨的重建^[9], 并可利用 3D 导板较好的转移设计至实际手术操作当中, 极大的简化了颌骨缺损修复过程中的选择、适形匹配等操作^[10]。本文结果表明, 将导板辅助的数字化外科技术应用用于下颌骨重建手术,

可以在冠状面和矢状面上较好的恢复下颌骨形态。两组重建下颌骨的髁突间距离的平均偏差为 (1.71 ± 0.93) mm, 下颌角间距离的平均偏差为 (2.19 ± 1.72) mm, 下颌骨中点至髁突连线中点距离的平均偏差为 (1.82 ± 3.43) mm。

尽管数字化外科的应用极大的减少了供区和移植骨制备的偏差^[11], 但因髁骨与下颌骨的大小形态上仍存在差异, 且根据截骨导板截取的髁骨及缺损的下颌骨均与术前设计存在一定程度的偏差, 所以需要对接取的髁骨进一步塑形, 以使移植骨能更精确的与缺损的下颌骨契合, 改善重建下颌骨的连续性。目前大部分临床医生仍选择在截取移植骨并断蒂后, 将骨块转移至下颌骨缺损处再行进一步的塑形^[12]。在该过程中, 由于缺乏血液循环, 移植骨处于缺血状态。若缺血时间过长, 恢复血供则易导致再灌注损伤。而移植物的缺血再灌注损伤是引起移植器官功能缺陷及移植受体预后不良的主要原因^[13]。

因此, 在血管蒂离断之前对移植骨进行原位塑形, 不仅可以减少移植骨的缺血时间, 还可以在调整时观察骨肌瓣的血供, 保护血管蒂和穿支。术中在初步根据导板截取髁骨后, 将截取的髁骨与原位塑形导板对位, 按照导板直接调整移植骨的大小形态, 使其与导板缺损部分相连续。原位塑形后离断血管蒂, 将骨瓣转移至下颌骨缺损处, 除个别高点需要再行调磨外, 移植骨肌瓣可以直接就位固定, 大大减少了断蒂后的调磨时间。本文分析的结果也证实了这一点, A组的平均手术时间为 (5.24 ± 0.71) h, 明显短于B组手术时间 (7.09 ± 0.84) h ($P < 0.05$)。A组平均缩短的手术时间约1 h左右, 减少的这段时间主要是A组省去了B组用于移植骨断蒂放入受区后的反复调整、试就位等手术步骤。

在以往术中调磨移植骨块的过程中, 术者需反复目测调整骨块形态, 有时也需要拆除钛板磨除接触面的高点。目测的过程中由于视角等问题会带来诸多骨块截面的误差, 钛板也会在不断的调磨之中积累一定的形变^[14], 增大术后偏差。而3D导板及缺损模型的应用, 使初步根据截骨导板截取的髁骨骨块直接与原位塑形导板就位, 根据术前设计的截骨、重建方案调磨髁骨骨块的形态及截面, 简化了手术步骤, 减少了误差, 从而提高了下颌骨重建的精确度。本研究结果在一定程度上体现了这一差异。A组术前术后髁突间距离、下颌角间距离、下颌骨中点至髁突中点连线距离的平均偏差均不同程度小于B

组, 说明原位塑形导板辅助的断蒂前移植骨的充分塑形, 有助于更加精确重建下颌骨。

此外, 本文发现两组患者术后的住院时间, A组 (9.60 ± 1.02) d, 明显短于B组 (11.2 ± 0.87) d, 有显著性差异($P = 0.01$); A组相对于B组患者的术后满意度较高, 并发症率较低, 提示原位塑形导板的使用, 优化了手术步骤, 简化了手术流程, 从而缩短了手术时间, 减少了并发症率, 促进患者的早期康复。但本研究所选取的样本量太小、术后观察随访时间有限, 所以仍旧需要更多的病例和长期的观察来探究和验证。

为改善下颌骨修复重建的精确性, Wang等^[15]尝试计算机设计的纸模型以辅助手术, 一定程度上解决了传统手术仅凭经验截骨取骨所带来的偏差。但是该方法不能在术中截骨塑形时为术者提供三维的信息, 截骨的角度、方向仍需凭术者经验决定。孙坚等^[16]在国内最先报道了应用虚拟手术及3D打印导板辅助髁骨肌瓣行下颌骨精确重建, 并改善了下颌骨重建的精确性, 缩短了手术时间, 手术并发症也有所降低, 与本研究结果较为一致。Zheng等^[17]应用计算机外科技术辅助血管化髁骨修复下颌骨缺损, 术前设计与术后的平均偏差为 $0.23 \sim 5.14$ mm, 与本结果类似, 证明了数字化的辅助大大提高了手术的精确度。

综上, 计算机辅助外科技术使下颌骨缺损后的重建更加的高效、精确, 术中应用个性化缺损模型不仅可以简化手术步骤, 缩短手术时间, 还有助于患者的早期恢复。

参考文献

- [1] 林文清, 胡砚平, 张文峰. 两种血管化游离骨肌瓣移植修复下颌骨缺损临床分析[J]. 口腔医学研究, 2015, 31(1): 81-84.
- [2] 邓永强, 郑苍尚, 朱耀旻, 等. 腓骨及髁骨组织瓣在修复下颌骨缺损的应用比较研究[J]. 口腔医学研究, 2013, 29(6): 569-571.
- [3] Taylor GI, Townsend P, Corlett R. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps. Clinical work [J]. Plast Reconstr Surg, 1979, 64(6): 745-759.
- [4] Wei FC, Demirkan F, Chen HC, et al. Double free flaps in reconstruction of extensive composite mandibular defects in head and neck cancer [J]. Plast Reconstr Surg, 1999, 103(1): 39-47.
- [5] 孙坚, 沈毅. 虚拟手术计划辅助颌骨肿瘤切除及缺损精确重建[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(1): 2-9.
- [6] Takeyasu Y, Oka K, Miyake J, et al. Preoperative, computer simulation-based, three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with use of a custom-designed

- surgical device[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(22): e173.
- [7] Jewer DD, Boyd JB, Manktelow RT, et al. Orofacial and mandibular reconstruction with the iliac crest free flap: a review of 60 cases and a new method of classification[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1989, 84(3):391-403.
- [8] 王翔,朱飞,尚政军. 35 例自体髂骨同期修复重建下颌骨缺损回顾性分析[J]. *临床口腔医学杂志*, 2013, 29(6):351-353.
- [9] Largo RD, Garvey PB. Updates in head and neck reconstruction [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2018, 141(2):271e-285e.
- [10] 王育新,王志勇,卢明星,等. 系列数字化导板在腓骨肌皮瓣修复下颌骨缺损中的初步应用[J]. *口腔医学研究*, 2017, 33(5): 542-545.
- [11] 张永富. 交互式医学图像控制系统(MIMICS)在下颌骨肿瘤切除及缺损重建中的应用[J]. *口腔医学研究*, 2016, 32(10): 1074-1078.
- [12] 徐芳,董春艳,杨丽. 游离髂骨移植修复大型囊肿切除致下颌骨缺损[J]. *山东医药*, 2014, 54(11):78-79.
- [13] Kan C, Ungelenk L, Lupp A, et al. Ischemia-reperfusion injury in aged livers—the energy metabolism, inflammatory response, and autophagy[J]. *Transplantation*, 2018, 102(3): 368-377.
- [14] 张云绮,贾保军,敖建华,等. 3D 打印技术在下颌骨缺损修复中应用的初步临床研[J]. *口腔医学研究*, 2016, 32(5):517-520+523.
- [15] Wang TH, Tseng CS, Hsieh CY, et al. Using computer-aided design paper model for mandibular reconstruction: a preliminary report [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009, 67(11): 2534-2540.
- [16] 孙坚,沈毅,李军,等. 应用 SimPlant 软件精确匹配与缺损外形吻合的髂骨肌瓣行下颌骨重建[J]. *组织工程与重建外科杂志*, 2009, 5(6):318-321.
- [17] Zheng L, Lv X, Zhang J, et al. Translating computer-aided design and surgical planning into successful mandibular reconstruction using a vascularized iliac-crest flap [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2018, 76(4):886-893.
- [收稿日期:2019-01-16] (本文编辑 李四群)

第十四次全国口腔材料学术年会征稿通知

经中华口腔医学会批准,第十四次全国口腔材料学术年会定于 2019 年 10 月 29 日到 10 月 31 日在浙江省杭州市召开。会议由中华口腔医学会口腔材料专委会主办,浙江大学医学院附属口腔医院承办,会议地点浙江省杭州市梅地亚新闻交流中心,本次会议的主题是树脂类材料的理论与实践,其它材料学研究论文也同时接受交流,欢迎相关研究人员积极投稿并参加大会。大会投稿邮箱:kqclzwh@sina.cn,投稿要求如下。

1. 未公开发表的口腔材料相关领域的研究。

2. 统一采用 Microsoft Word 格式。稿件要求为 500~1000 字中文摘要,包括目的、材料和方法、结果、结论,不要超过两幅。标题采用中英文,标题下方标明作者姓名、单位。正文下方,标明电子邮件地址、联系电话、详细通讯地址和邮政编码。字体要求:文题:宋体,四号字,加粗;作者姓名,单位:宋体,五号字;正文:宋体,小四号字;通信信息:宋体,五号字。

3. 收稿截止日期:2019 年 9 月 10 日。

4. 投稿注意事项:投稿文件名应为“第一作者姓名+单位”,E-mail 邮件发至邮箱:kqclzwh@sina.cn。不接收邮寄纸质稿件。

5. 投稿将全部汇编成会议论文集,专家审评的优秀稿件安排大会交流。

投稿联系人:肖群 13971391395,杨艳丽 13186968492