

CAD/CAM 应用于健侧下颌角截骨及预成型钛网联合移植 整复半侧颜面短小

宋丽斌, Mohammed Qasem AlWatary, 何映酉, 毕丹丹, 李继华

[摘要] **目的** 探讨计算机辅助设计及制作(CAD/CAM)技术应用于预成型钛网及健侧下颌角移植整复成人半侧颜面短小畸形(HFM)的适应证及临床效果。**方法** 纳入2013—2021年成人轻型半侧颜面短小畸形患者11例,术中切取对侧肥大下颌角联合预制个性化钛网植入患侧下颌骨。测量比较患者术前后患侧与健侧下颌体及下颌支的长度及三维角度、不对称指数,并结合面相照、术后并发症评估其治疗效果。**结果** 所有患者术后面型明显改善,对手术效果满意,且无明显不良并发症。术后三维测量结果显示:除双侧下颌升支高度存在轻微不对称,术后患者下颌骨对称性良好($P>0.05$);不对称指数由术前(17.11 ± 4.56)%改善至术后(4.81 ± 1.73)%($P=0.002$)。**结论** 该技术适用于健侧下颌角肥大的轻型半侧颜面短小畸形,可获得较满意的美学及临床效果。

[关键词] 半侧颜面短小畸形;骨增量;预成型钛网;计算机辅助设计及制作;下颌角移植

[中图分类号] R782.23 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-9872(2023)01-0075-07

[doi] 10.13591/j.cnki.kqyx.2023.01.013

Correction of hemifacial microsomia using preformed titanium mesh combined with contralateral mandibular angle bone graft with CAD/CAM assistance

SONG Libin, Mohammed Qasem AlWatary, HE Yingyou, BI Dandan, LI Jihua. (State Key Laboratory of Oral Diseases & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Department of Orthognathic and TMJ Surgery, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

Abstract: **Objective** To explore the indications and clinical effects of simultaneous mandibular angleplasty on the unaffected side, performed using preformed titanium mesh combined with mandibular angle bone graft, for the treatment of hemifacial microsomia (HFM). **Methods** The study group included 11 patients between 2013 and 2021 with HFM who underwent simultaneous mandibular angle reduction of the unaffected side and augmentation of the affected side using resected bone scaffolds within the titanium mesh. A series of mandibular linear measurements such as ramus height (RH) and mandibular body length (BL), angular measurements, and asymmetry index combined with clinical photographs and postoperative complications were used to assess the therapeutic effect. **Results**

Postoperatively, all patients were satisfied. Significant improvement in mandibular contour was shown, with no obvious complications. Postoperative data, such as BL and angular measurements, showed no statistically significant differences ($P>0.05$) between the affected and unaffected sides with improvement in symmetry, except for RH ($P<0.05$). The preoperative and postoperative asymmetry index were (17.11 ± 4.56)% and (4.81 ± 1.73)%, respectively, with significant improvement ($P=0.002$). **Conclusion** This approach provides satisfactory results and significantly improves facial asymmetries for unilateral HFM with hypertrophy of the contralateral mandibular angle.

Key words: hemifacial microsomia; bone augmentation; preformed titanium mesh; CAD/CAM; mandibular angle bone graft

Stomatology, 2023, 43(1): 75-81

半侧颜面短小(hemifacial microsomia, HFM)又称为第一、二鳃弓综合征^[1],是除唇腭裂外最常见的先天性颅颌面畸形,可累及颅面骨、外耳、眼部、软组织、面神经等^[2],发病率约为1/5 600~1/3 000^[3-4],

多为单侧发病,部分累及双侧^[1]。具体病因及发病机制尚不明确,目前认为第一、二鳃弓发育异常可能引起单侧颅面骨骼结构及形态发育不全,导致面部不对称^[4]。HFM临床表型多样,其中以下颌骨畸形较为明显^[2]。临床常用的Pruzansky-Kaban分型根据下颌骨畸形程度将HFM分为I、II A、II B和III型^[5]。HFM的临床治疗具有挑战性,II B和III型HFM患者的颞下颌关节缺如或严重发育不全,往往需要进行颞下颌关节及升支的重建^[1]。轻度畸形

基金项目:四川省科技计划项目(2020YFS0079)

作者单位:口腔疾病研究国家重点实验室,国家口腔疾病临床医学研究中心,四川大学华西口腔医院正颌与关节外科,四川成都(610041)

通信作者:李继华 E-mail:leejimwa6698@sohu.com

的患者颞下颌关节发育尚可,通常采取牵张成骨 (distraction osteogenesis, DO) 或正颌手术来调整殆平面及改善颌骨偏斜^[6]。然而部分 HFM 患者咬合关系良好,并不表现为明显的半侧上、下颌骨垂直向及矢状向发育不足,主要表现为双侧下颌骨体积差异,针对此类 HFM 患者,传统正颌手术或 DO 往往没有必要且并不适用,患侧骨增量疗效更明确。除此之外,东亚人群的传统审美追求圆滑、柔美的面部轮廓^[7],因此对于部分健侧下颌角肥大的 HFM 患者,可同期行健侧下颌角整形术。本研究探讨计算机辅助设计及制作 (CAD/CAM) 应用于健侧下颌角截骨及预成型钛网联合移植整复 HFM 的可行性,界定其适应证并评价治疗效果。

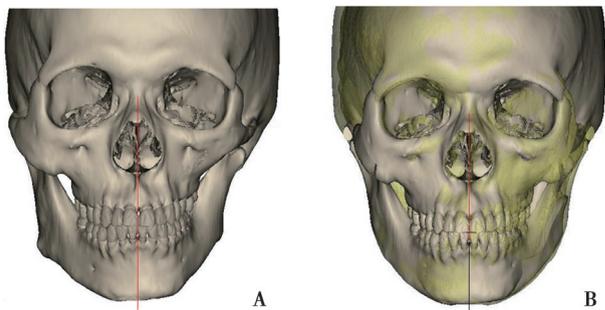
1 资料与方法

1.1 病例选择

本实验获得四川大学华西口腔医院医学伦理委员会批准,伦理号 WCHSIRB-D-2022-182,患者均知情同意。选取 2013 年 9 月至 2021 年 11 月于四川大学华西口腔医院正颌与颞下颌关节外科就诊的 11 例 (男 6 例,女 5 例) HFM 成年患者,年龄 19~29 岁 (平均年龄 23 岁)。其中 6 例患者为 Pruzansky-Kaban I 型,其余 5 例患者为 II A 型。

1.2 CAD/CAM 设计

将患者术前的螺旋 CT 图层以 DICOM 格式输出,导入 Mimics v20.0 及 3-matic v12.0,在显示器上以 0.5 mm 的层间距分割重建颅面骨 (图 1A),并设计术前虚拟手术截骨方案,辅助外科医生在术中实现健侧下颌角的精准截骨。通过镜像健侧原理,重建对称的下颌骨 (图 1B),确定个性化预成型钛网的大小、放置的位置及术中需要的骨量。最后将患者数据输出导入 CAM 机 (PTY Medtech 公司,中国深圳),制作下颌骨 3D 模型和个性化钛网 (图 2)。



A: 模拟重建前; B: 健侧下颌角截骨后镜像重建患侧下颌骨

图 1 螺旋 CT 三维重建

Fig.1 Three-dimensional (3D) reconstruction of spiral computed tomography (CT)

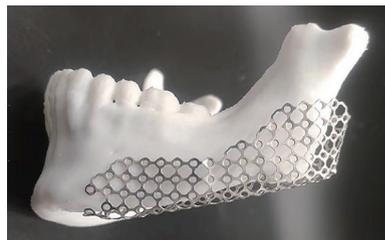


图 2 个性化钛网及下颌骨 3D 模型

Fig.2 The individualized titanium mesh and mandible model

1.3 手术流程

所有手术均由同一外科医生在经鼻腔插管全身麻醉下进行。首先经口外颌下切口充分暴露双侧下颌体、下颌角及下颌下缘。适配预制钛网,将其放置在患侧下颌骨,确定其位置、大小与术前方案相符。然后按术前方案使用往复锯在健侧下颌角进行精准截骨,修整切取的下颌角骨块使其与钛网及患侧下颌下缘贴合匹配 (图 3)。若对侧下颌角骨量不足,可联合健侧下颌角外板皮质骨移植。最后将钛网自体移植骨复合体沿术前设计位置植入患侧下颌骨,使用螺钉固定 (图 4),修整打磨健侧下颌下缘,使健侧下颌角轮廓更流畅。必要时行颏成形术或颧骨颧弓整形术等轮廓手术调整颏部偏斜或面中份不对称。术后常规使用抗生素,双侧颌下术区置负压引流管。



图 3 健侧下颌角及外板皮质骨骨块

Fig.3 Views of the trimmed mandibular angle bone and mandibular outer cortex bone graft harvested from the unaffected side

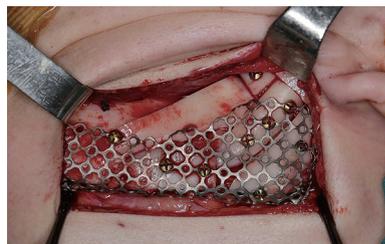


图 4 钛网下颌角移植复合体植入患侧下颌骨

Fig.4 The implant was placed along the inferior border of the mandible and fixed with titanium screws

1.4 评价指标及测量方法

治疗前后拍摄螺旋 CT 及面相照,利用 Mimics v20.0 重建颅面骨,参考 Kheir^[8]、Kiki 等^[9]测量体系在三维颅面骨模型上建立一系列参考平面及标志点。参考平面如下:①眶耳平面(Frankfort horizontal plane, FHP),过双侧眶下点和健侧耳点;②正中矢状面(mid-sagittal plane, MSP),过鼻根点、前鼻棘点和蝶鞍点;③冠状面(frontal plane, FP),与 FHP 和 MSP 平面相垂直(图 5)。标志点如下:髁突上点(Co)、下颌角点(Go)、颏下点(Me)、下颌升支最外上点(O₂)、下颌升支最外下点(O₁)。O₁-O₂ 线表示下颌升支长度(ramus height, RH),Go-Me 线表示下颌体长度(length of the mandibular body, BL)(图 6)。每条直线分别与 FHP、MSP、FP 形成的角度代表了下颌骨相对于参考平面的上下、左右、前后方向的三维位置。不对称指数(asymmetry index, AI)计算公式如下:

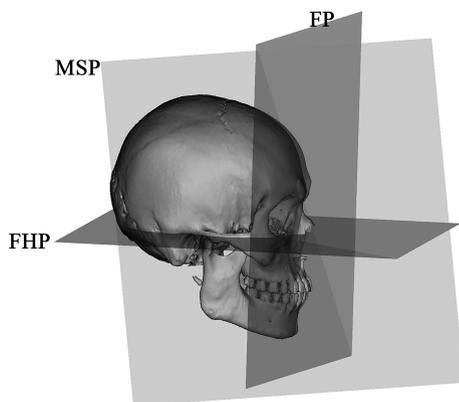
$$AI = \left| \frac{\text{健侧 RH} - \text{患侧 RH}}{\text{健侧 RH} + \text{患侧 RH}} \right| \times 100\%$$

测量记录一系列术前后下颌骨线性长度和角度,客观地评价术前后下颌骨的对称性。影像学测

量分析由一位不在手术团队中的医生进行,并在一个月后重复测量。此外,记录所有患者术后并发症,包括下牙槽神经损伤、术区感染、钛网暴露或松动。

1.5 统计学分析

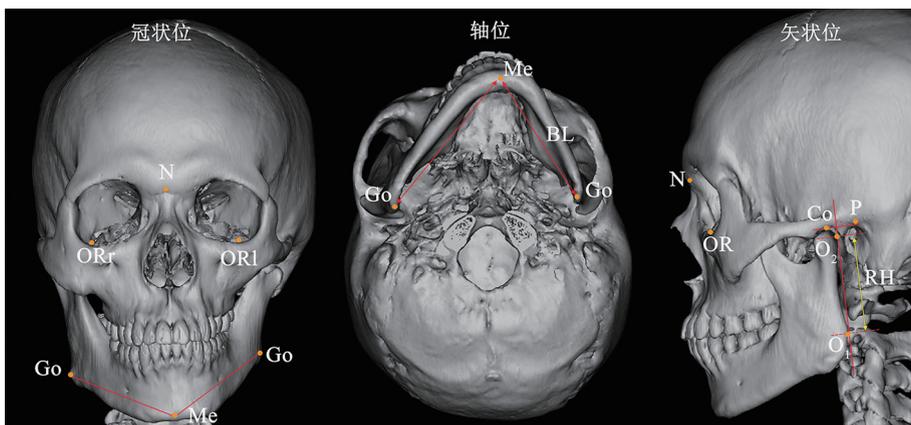
使用 SPSS 软件 v26.0 进行配对 *t* 检验,分析手术前后下颌骨对称性。检验水准为双侧 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 具有统计学意义。



FHP:眶耳平面(Frankfort horizontal plane);MSP:正中矢状面(mid-sagittal plane);FP:冠状面(frontal plane)

图 5 三个参考平面

Fig.5 Three reference planes



N:鼻根点;ORr/ORl:右眶下点、左眶下点;P:健侧耳点;Co:髁突最上点;Go:下颌角最后下点;O₁、O₂:下颌升支切线缘外下点、外上点;Me:颏点;BL:下颌体长 Go-Me;RH:下颌升支长 O₁-O₂

图 6 标志点及测量指标

Fig.6 Landmarks and indexes of measurements

2 结果

术后随访时长 10~18 个月,随访期间无失访患者,所有患者术后均未发生术区感染、钛网暴露、松动或下牙槽神经永久性损伤等并发症,其中 4 例患者发生暂时性下唇麻木,术后使用营养神经及消肿药物,其下牙槽神经感觉功能在术后半年内均得到恢复(表 1)。

11 例患者均成功植入钛网自体移植骨复合体于患侧下颌骨,患侧下颌骨体积增大与健侧趋于平

衡,患者面部不对称性得到改善。其中一例(病例 1)同期行颏成形术,以调整颏部中线偏斜,另一例(病例 7)同期行健侧颧骨颧弓整形术改善面中份不对称。患者术前后患侧与健侧各项指标测量值如表 2 所示。术前患侧与健侧 BL、RH 值差异均有统计学意义($P < 0.05$)。术后患侧 RH 值较术前提高,但双侧 RH 值仍存在轻微不对称,差异有统计学意义($P < 0.05$),余测量指标均差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 2)。术前后双侧下颌骨测量指标间差值如表 3 所示,术后双侧下颌骨测量指标间差值较术

前均减少,但双侧下颌升支与 FP、双侧下颌体与 FP 值分别为(17.11±4.5)%和(4.81±1.73)%,差异有夹角差异无统计学意义($P>0.05$)。患者术前后 AI 统计学意义($P=0.002$)。

表 1 患者信息及术后并发症

Tab.1 Details and postoperative complications of patients

患者序号	手术方式	Pruzansky-Kaban 分型	年龄/岁	性别	并发症			随访时间/月
					钛网暴露、松动	下牙槽神经损伤	感染	
1	M+G	I	21	男	无	无	无	15
2	M+C	II A	23	男	无	暂时	无	13
3	M	I	26	女	无	无	无	12
4	M	I	29	男	无	无	无	12
5	M	I	21	女	无	暂时	无	10
6	M	I	20	女	无	暂时	无	18
7	M+R	II A	19	男	无	无	无	11
8	M	II A	26	女	无	无	无	13
9	M+C	II A	24	男	无	暂时	无	15
10	M	I	26	男	无	无	无	18
11	M	II A	22	女	无	无	无	13

M:对侧下颌角截骨联合钛网移植;C:下颌骨外板劈开截骨术;G:颏成形术;R:颧骨颧弓整形术

表 2 患者治疗前后各项指标测量值

Tab.2 Pre- and postoperative data of patients

测量指标	术前			术后		
	患侧	健侧	P	患侧	健侧	P
RH/mm	36.90±2.30	52.12±5.77	0.002 *	42.38±3.92	46.66±4.15	0.003 *
RH-MSP/(°)	10.98±3.52	18.02±3.99	0.024 *	12.02±8.19	15.37±3.30	0.441
RH-FHP/(°)	65.46±7.09	76.13±5.77	0.010 *	69.71±8.34	68.99±5.31	0.726
RH-FP/(°)	13.56±12.21	5.32±3.65	0.146	15.60±8.93	12.09±6.46	0.427
BL/mm	73.96±7.88	84.52±5.39	0.007 *	86.96±4.44	87.34±5.26	0.599
BL-MSP/(°)	31.65±2.81	41.44±5.26	0.003 *	38.50±2.80	35.28±3.94	0.128
BL-FHP/(°)	28.78±6.62	20.54±7.95	0.176	25.59±9.77	26.60±6.75	0.771
BL-FP/(°)	33.07±11.00	39.54±10.84	0.013 *	42.16±9.30	41.21±6.03	0.752

*:配对样本 t 检验, $P<0.05$, 差异具有统计学意义

表 3 治疗前后双侧下颌骨测量指标间差值

Tab.3 Pre- and postoperative bilateral linear and angular differences of mandible

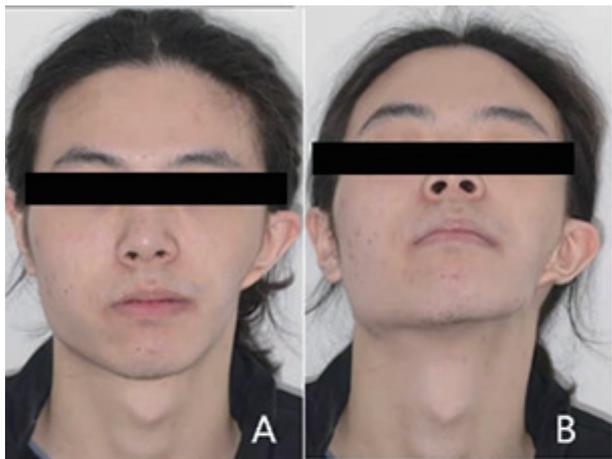
测量指标	术前	术后	P
BL/mm	10.56±4.55	1.14±0.88	0.009 *
RH/mm	14.56±6.01	4.28±1.47	0.014 *
BL-FHP/(°)	11.67±6.53	5.26±4.42	0.040 *
BL-FP/(°)	6.47±3.41	2.78±3.15	0.125
BL-MSP/(°)	9.79±3.34	3.25±3.69	0.024 *
RH-FHP/(°)	10.12±5.52	2.32±1.59	0.042 *
RH-FP/(°)	8.24±10.22	8.33±2.78	0.984
RH-MSP/(°)	6.61±3.93	3.17±1.94	0.034 *

*:配对样本 t 检验, $P<0.05$, 差异具有统计学意义

典型病例 1:患者,男,19 岁,自述面部不对称,无外伤史,肿瘤手术史。查体见:面部明显不对称(图 7A 和 B),右侧下颌角肥大,右侧颧骨颧弓稍突,殆平面轻微偏斜,咬合关系尚可。螺旋 CT 影像示左侧下颌升支发育不良(图 8A),临床诊断为 Pruzansky-Kaban II A 型 HFM。患者接受了个性化钛网下颌角移植复合体植入以改善下颌骨不对称,并同期行右侧颧骨颧弓整形术改善面中份不对称。术后 13 个月,螺旋 CT 示植入物无明显松动移位

(图 8B),患者术后面相照示面部基本对称,美观效果良好(图 7C 和 D)。

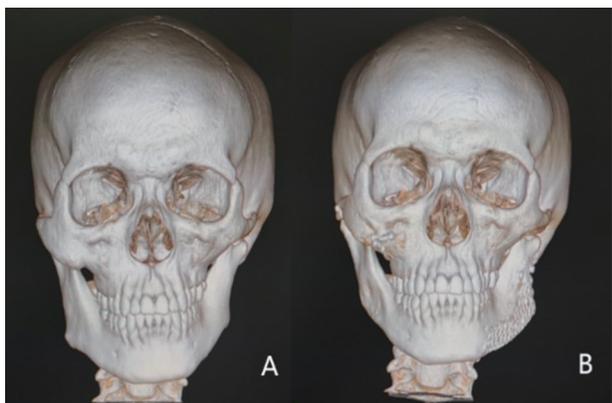
典型病例 2:患者,男,23 岁,主诉面部形象不佳。临床诊断为 Pruzansky II A 型 HFM。查体见面下 1/3 明显不对称,颏点基本居中(图 9A 和 B),咬合关系良好,螺旋 CT 示右侧下颌体部和升支轻度发育不良,左侧下颌角肥大(图 10A)。最终,CAD/CAM 辅助下制作个性化钛网,术前虚拟手术截骨方案评估健侧下颌角骨增量不足,需同期行健侧下颌骨外板劈开截骨术,遂联合健侧下颌角及下颌骨外板移植修复患侧下颌骨轮廓缺陷。术后螺旋 CT 示双侧下颌骨基本对称(图 10B),术后面相照示患者面型改善,但左侧面部仍存在部分软组织缺陷,导致面型轻度不对称(图 9C 和 D)。患者术后出现下唇麻木感,其下牙槽神经感觉功能在术后 3 个月得到恢复。患者对术后的面型满意。



A,B:术前照;C,D:术后照

图 7 病例 1 治疗前后临床照片

Fig.7 Pre- and postoperative photographs of case 1



A:术前 CT 正面观;B:术后 CT 正面观

图 8 病例 1 CT 影像

Fig.8 CT images of case 1



A,B:术前照;C,D:术后照

图 9 病例 2 治疗前后临床照片

Fig.9 Pre- and postoperative photographs of case 2



A:术前 CT 正面观;B:术后 CT 正面观

图 10 病例 2 CT 影像

Fig.10 CT images of case 2

3 讨论

HFM 是一种较常见的先天性颅颌面畸形,主要因双侧颅面骨、肌肉组织等发育不协调导致颅面部不对称^[1],由 Goldenhar 于 20 世纪中叶首次提出。目前对于 HFM 的最佳手术治疗方式专家并无共识。

正颌手术或 DO 是矫治 HFM 常用外科治疗手段之一,但存在一定的局限性及适应症:①DO 能有效延长下颌体的长度和下颌升支高度,但对下颌骨三维体积上的增量及面下 1/3 轮廓缺陷的矫正仍嫌

不足。Gui 等^[7]报道了 21 例行下颌 DO 的 HFM 患者术后面下 1/3 宽度不调。Ko 等^[10]的一项长期纵向研究对 I 型和 II 型 HFM 患者进行早期 DO 后发现双侧下颌体长度及下颌升支高度仍存差异,面部轮廓不对称未得到彻底纠正,需行二次手术治疗。在随后的一项研究中,Liu 等^[11]报道了 12 例同时行 DO 联合正颌手术的 I 型和 II 型 HFM 患者,术后患侧与健侧下颌升支高度比较术前提高 23.83%,但患者术后双侧下颌骨仍然存在不对称。②正颌手术往往需联合术前术后正畸,患者治疗周期较长。③DO 术后可能出现患侧开骀,髁突吸收^[12],面部轮廓变平等风险,并且 DO 治疗周期较长,处于生长发育期的患者极易因双侧下颌升支、髁突生长发育速度差异而导致术后复发,需行二次手术治疗。此外传统正颌手术及 DO 主要矫正因上下颌骨矢状向或垂直向骨性不调等造成的功能障碍及面型缺陷,但部分 I 型和 II A 型 HFM 患者咬合关系良好,咬合平面不偏斜或仅存在轻微偏斜,主要表现为双侧下颌骨体积不调,因此患侧骨增量更适用于此类不伴有明显咬合异常的 HFM 患者。

目前已有一系列同种异体和自体材料用于颌面部骨增量。同种异体材料有 Medpor[®]、硅胶^[13]、聚醚醚酮(PEEK)和羟基磷灰石等,均存在潜在的并发症风险,如植入物的位置移动,局部挤压血肿,术后感染等。自体骨移植往往是颌骨增量的首选方法,如髁骨^[14]、肋骨、颅骨等^[15],Kono 等^[16]、Antúñez-Conde 等^[17]、Takano 等^[18]和 Navarro 等^[19]报道了用钛网联合髁骨移植重建因创伤或肿瘤切除引起的颌骨连续性缺陷的手术方法,取得了良好的治疗效果。但该法仍存在一些局限,如需开辟第二术区,手术时间较长,存在供区并发症等。

部分 HFM 患者存在健侧下颌角肥大,因此本研究采用健侧下颌角截骨联合个性化钛网移植整复成人轻型 HFM,以期避免上述单独使用正颌手术、DO 或使用髁骨移植等方法的不足,实现患侧下颌骨增量,平衡双侧下颌骨骨量,改善面下 1/3 轮廓的对称性。

本研究结果显示,患者术后 AI 值为 $(4.81 \pm 1.73)\%$ 与术前 $(17.11 \pm 4.56)\%$ 相比具有显著性差异,表明术后下颌骨的不对称性得到明显改善。Habets 等^[20]研究发现当 AI>3% 时,可认为下颌骨垂直向存在不对称,但有研究认为正常人下颌骨存在轻微的不对称^[21],这可能与样本的选择和测量误差相关。根据 Habets 等研究结果提示,术后患者双侧下颌升支高度仍存在轻度的不对称,这可能与钛

网移植骨复合体可以补偿患侧下颌体及下颌升支,但不能修复 HFM 患者发育不良的髁突有关。患者术后螺旋 CT 三维重建测量结果显示双侧 BL、RH 及三维位置间差异均较术前明显减少,双侧下颌骨对称性较术前提高,面型改善。

经过我们的随访观察,此法较上述传统矫治方法有以下优势:①无需开辟第二术区,避免供区并发症。虽然下颌角截骨存在损伤下牙槽神经的风险,但我们研究发现仅有少部分患者出现暂时性下唇麻木,其下牙槽神经感觉功能均在术后半年内得到恢复。这可能与部分患者存在解剖结构变异、术中牵拉、术后局部血肿压迫下牙槽神经有关,患者术后可口服营养神经、消肿抗炎药物促进下牙槽神经功能恢复。②所有患者面部对称性都得到显著改善的同时,健侧下颌角轮廓更流畅,符合东亚人群审美。③术前后无需联合正畸治疗,减少治疗周期。④术中使用的个性化钛网基于逆向工程的 CAD/CAM 辅助设计,贴合骨面,生物相容性好,同时使用自体骨移植降低术后排异感染风险^[22]。⑤与 Honda 等^[23]、Baek 等^[24]、Qiu 等^[25] 研究结果一致,术后长期疗效稳定。这可能与下颌骨主要为膜性成骨有关,Zins 和 Whitaker^[26] 研究发现,膜性骨术后骨改建和吸收较少,尺寸稳定性较髁骨更优良。并且下颌角与受骨部位具有相同的胚胎起源和生物学特性,有利于患侧下颌骨的重塑、改建与成骨。

虽然预成型钛网联合健侧下颌角移植整复 HFM 术后美观效果良好,但其与正颌手术或 DO 等一样具有其特定的适应证。此临床技术适用于咬合关系良好且对侧下颌角肥大的 I 型或 II A 型 HFM 患者。对于伴有中重度错骀的 I 型或 II A 型 HFM 患者,不能单独使用该法,需同期或二期联合正颌手术或 DO 矫正颌骨三维向结构不调。

本方法也存在一定的局限性。①供区骨源可能不足,非健侧下颌角肥大的患者不适用,需结合患者的自身条件来选择。②对于面中线的调整及面中份的不对称性改善有限,因此可能需要同期行颞成形术或颞骨颞弓整形术。③HFM 畸形累及软硬组织,此法能实现骨增量,但对于面部软组织的缺陷后期可能需要联合脂肪充填术等。

4 总 结

本研究发现,CAD/CAM 应用于健侧下颌角截骨及预成型钛网联合移植整复 HFM 能有效提升患侧下颌骨骨量,矫正健侧肥大下颌角,改善面型,提升面部轮廓的对称性。故此法是一种矫正成人 I 型

和ⅡA单侧HFM患者颜面不对称的有效方法。钛网内自体下颌角移植后的重塑、改建、转归等机制以及此法与其他手术方法联合矫治HFM的可行性仍需进一步深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] Birgfeld C, Heike C. Craniofacial microsomia [J]. *Clin Plast Surg*, 2019, 46(2):207-221.
- [2] Brandstetter KA, Patel KG. Craniofacial microsomia [J]. *Facial Plast Surg Clin N Am*, 2016, 24(4):495-515.
- [3] Cassi D, Magnifico M, Gandolfini M, *et al.* Early orthopaedic treatment of hemifacial microsomia [J]. *Case Rep Dent*, 2017, 2017:7318715.
- [4] Bogusiak K, Puch A, Arkuszewski P. Goldenhar syndrome: Current perspectives [J]. *World J Pediatr*, 2017, 13(5):405-415.
- [5] Kaban LB, Mulliken JB, Murray JE. Three-dimensional approach to analysis and treatment of hemifacial microsomia [J]. *Cleft Palate J*, 1981, 18(2):90-99.
- [6] Yang IH, Chung JH, Yim S, *et al.* Treatment modalities for Korean patients with unilateral hemifacial microsomia according to Pruzansky-Kaban types and growth stages [J]. *Korean J Orthod*, 2020, 50(5):336-345.
- [7] Gui L, Zhang Z, Zang M, *et al.* Restoration of facial symmetry in hemifacial microsomia with mandibular outer cortex bone grafting combined with distraction osteogenesis [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 127(5):1997-2004.
- [8] Kheir NA, Kau CH. Measuring mandibular asymmetry in Class I normal subjects using 3D novel coordinate system [J]. *Ann Maxillofac Surg*, 2014, 4(1):34-38.
- [9] Kiki A, Kiliç N, Oktay H. Condylar asymmetry in bilateral posterior crossbite patients [J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(1):77-81.
- [10] Ko EWC, Chen PKT, Lo LJ. Comparison of the adult three-dimensional craniofacial features of patients with unilateral craniofacial microsomia with and without early mandible distraction [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 46(7):811-818.
- [11] Liu HH, Zhang XH, Liu L, *et al.* Combined bimaxillary distraction osteogenesis associated with orthognathic surgery for hemifacial microsomia in adults [J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2017, 41(3):650-660.
- [12] Watanabe Y, Sasaki R, Matsuno I, *et al.* Surgery-first orthognathic surgery for severe facial asymmetry combined with mandibular distraction osteogenesis using a three-dimensional internal distractor [J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30(1):39-46.
- [13] Rojas YA, Sinnott CJ, Colasante C, *et al.* Facial implants: Controversies and criticism. A comprehensive review of the current literature [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2018, 142:991-999.
- [14] Falk SSI, Mittlmeier T. Harvesting cancellous bone or composite corticocancellous bone grafts from the posterior iliac crest [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2021, 33(4):341-357.
- [15] Roychoudhury A, Yadav P, Bhutia O, *et al.* Growth outcome and jaw functions are better after gap arthroplasty plus costochondral graft reconstruction than gap arthroplasty alone in pediatric temporomandibular joint ankylosis patients: A cluster randomized controlled trial [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2021, 79(12):2548-2561.
- [16] Kono M, Watanabe M, Hasegawa O, *et al.* Less invasive approach for bone reconstruction using three-dimensional formable titanium mesh after removal of osseous lesions in the mandibular angle [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 58(9):e127-e129.
- [17] Antúnez-Conde R, Salmerón JI, 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]. *Front Oncol*, 2021, 11:719712.
- [18] Takano M, Sugahara K, Koyachi M, *et al.* Maxillary reconstruction using tunneling flap technique with 3D custom-made titanium mesh plate and particulate cancellous bone and marrow graft: A case report [J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2019, 41(1):43.
- [19] Navarro Cuéllar C, Tousidonis Rial M, Antúnez-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]. *J Clin Med*, 2021, 10(9):1922.
- [20] Habets LL, Bezuur JN, Naeiji M, *et al.* The Orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. II. The vertical symmetry [J]. *J Oral Rehabil*, 1988, 15(5):465-471.
- [21] Miresmaeili A, Salehisahab H, Farhadian M, *et al.* Mandibular asymmetry in young adult patients with unilateral posterior crossbite: A controlled retrospective CBCT study [J]. *Int Orthod*, 2021, 19(3):433-444.
- [22] 毕丹丹, 何映酉, Mohammed Qasem AlWatary, 等. CAD/CAM 制作个性化钛网联合髂骨移植重建单侧下颌骨大型轮廓缺损 [J]. *口腔医学*, 2022, 42(2):125-129.
- [23] Honda T, Lin CH, Yu CC, *et al.* The medial surface of the mandible as an alternative source of bone grafts in orthognathic surgery [J]. *J Craniofac Surg*, 2005, 16(1):123-128.
- [24] Baek SH, Kim S. The determinants of successful distraction osteogenesis of the mandible in hemifacial microsomia from longitudinal results [J]. *J Craniofac Surg*, 2005, 16(4):549-558.
- [25] Qiu LX, Yu HJ. Onlay grafting with bovine bone mineral block for horizontal reconstruction of severely atrophic alveolar ridges in anterior maxillae: A 6-year prospective study [J]. *J Craniofac Surg*, 2018, 46(8):1199-1204.
- [26] Zins JE, Whitaker LA. Membranous versus endochondral bone: Implications for craniofacial reconstruction [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1983, 72(6):778-785.

(修回日期:2022-09-23)

(本文编辑:杨蓉)