

论著·临床研究

3D 打印导板在上颌骨前段牵引成骨中的应用及精度测量

万 腾, 姜腾飞, 朱 敏, 王旭东

上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔颌面科, 上海交通大学口腔医学院, 国家口腔医学中心, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 上海市口腔医学重点实验室, 上海市口腔医学研究所, 中国医学科学院口腔颌面再生医学创新单元, 上海 200011

[摘要] **目的**·评估上颌骨前段牵引成骨 (anterior maxillary segmental distraction osteogenesis, AMSDO) 在治疗唇腭裂继发上颌骨发育不足中的作用以及 3D 打印导板在截骨中的精度。**方法**·收集 12 例接受了 AMSDO 治疗的唇腭裂患者的病例资料。手术前在患者的三维模型上进行虚拟手术, 并通过 3D 打印将患者的截骨线制成牙支持式导板。术前 (T0)、巩固期结束 (T1) 以及巩固期后 6 个月 (T2) 进行头影测量以评估 AMSDO 的效果及稳定性。导板的精度通过术后即刻 CT 与术前设计 CT 进行叠加, 并通过计算位置和角度误差进行评估。**结果**·所有患者都顺利完成了牵引治疗, 没有发生严重的并发症。SNA (S-N-A 角) 和覆盖从 T0 到 T1 以及 T0 到 T2 都发生了显著的改变。ANB (A-N-B 角)、面部突度、硬腭长度都发生了变化, 但是差异没有统计学意义。SNB (S-N-B 角) 基本没有发生变化。从 T1 到 T2, 所有的参数都没有发生明显变化。导板截骨精度在矢状向的线性均方根误差为 0.90 mm, 角度均方根误差为 5.07°。**结论**·AMSDO 是治疗唇腭裂继发上颌骨发育不足的一种有效方法。3D 打印的截骨导板具有良好的精度, 在减少手术并发症的同时降低了手术的难度。

[关键词] 上颌骨前段牵引成骨; 唇腭裂; 3D 打印; 截骨导板; 上颌骨发育不良

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2024.01.005 **[中图分类号]** R782.2 **[文献标志码]** A

Application and accuracy assessment of a novel 3D-printed osteotomy guide in anterior maxillary segmental distraction osteogenesis

WAN Teng, JIANG Tengfei, ZHU Min, WANG Xudong

Department of Oral & Cranio-Maxillofacial Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Center for Stomatology; National Clinical Research Center for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology; Shanghai Research Institute of Stomatology; Research Unit of Oral and Maxillofacial Regenerative Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Shanghai 200011, China

[Abstract] **Objective**·To evaluate the effects of anterior maxillary segmental distraction osteogenesis (AMSDO) in treating sagittal maxillary hypoplasia in cleft lip and palate (CLP) patients and to report a 3D-printed surgical guide to facilitate the osteotomy. **Methods**·Twelve patients with CLP who underwent AMSDO were included in this study. Virtual osteotomy was performed in a 3-dimensional model and the osteotomy line were fabricated into a tooth-borne surgical guide by using 3D-printing technique. Lateral cephalograms taken before surgery (T0), at the end of consolidation (T1) and six months after consolidation (T2) were used to evaluate the effects of AMSDO. The accuracy of the osteotomy guide was measured by superimposing the postoperative CT data to virtual planning. **Results**·All the patients went through surgery without serious complications. SNA and overjet changed significantly both from T0 to T1 and from T0 to T2. ANB, facial convexity, and palatal length changed without significance from T0 to T1 and from T0 to T2. SNB remained stable. All the variables remained relatively stable from T1 to T2. The anteroposterior linear root-mean-square deviation (RMSD) between planning and actual results was 0.90 mm, while the angular RMSD in the sagittal plane was 5.07°. **Conclusion**·AMSDO is an effective treatment for maxillary hypoplasia secondary to CLP. The accuracy of this 3D-printed osteotomy guide is clinically acceptable, and this can simplify the surgery with fewer complications.

[基金项目] 国家重点研发计划 (2023YFC2414100); 国家自然科学基金 (82370905, 82071096); 上海市口腔-颌颌面数字化技术研发与应用专业服务平台 (21DZ2294600); 国家临床重点专科建设项目 (Z155080000004); 上海市重中之重研究中心 (2022ZZ01017); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目 (2019-12M-5-037); 上海交通大学医学院“双百人”项目 (20152225)。

[作者简介] 万 腾 (1984—), 男, 主治医师, 硕士; 电子邮箱: wonton1984@gmail.com。

[通信作者] 王旭东, 电子邮箱: xudongwang70@hotmail.com。

[Funding Information] National Key R&D Program of China (2023YFC2414100); National Natural Science Foundation of China (82370905, 82071096); Shanghai Professional Service Platform of Oral-Cranio-Maxillofacial Digital Technology Research and Application (21DZ2294600); National Clinical Key Specialty (Z155080000004); Shanghai's Top Priority Research Center (2022ZZ01017); CAMS Innovation Fund for Medical Sciences (2019-12M-5-037); "Two-hundred Talents" Program of Shanghai Jiao Tong University School of Medicine (20152225).

[Corresponding Author] WANG Xudong, E-mail: xudongwang70@hotmail.com.



[Key words] anterior maxillary segmental distraction osteogenesis (AMSDO); cleft lip and palate (CLP); 3D printing; osteotomy guide; maxillary hypoplasia

唇腭裂是口腔颌面部最常见的先天性畸形, 在我国的发生率约为0.14%^[1]。患者从出生到成年需要经历多次手术来矫正各种畸形, 这些手术遗留的瘢痕以及患者本身的生长潜力, 都会导致患者出现不同程度的颌骨发育畸形, 尤其是上颌骨三维方向上的发育不足^[2]。

对于唇腭裂继发的上颌骨发育不足, 最常见的治疗方法是正颌手术。但是, 由于腭裂术后瘢痕的限制以及对腭咽闭合功能的潜在影响, 正颌手术能够取得的上颌骨前移量是有限的^[3]。尽管不同学者对于正颌手术的术式提出了各种改良建议以减小对于腭咽闭合功能的影响, 但是上颌骨前移量过大仍然会导致比较明显的术后复发^[4]。由于上颌骨前移量有限, 许多下颌发育正常的患者被迫需要进行双颌手术以达到相对理想的咬合。

上颌骨前段牵引成骨 (anterior maxillary segmental distraction osteogenesis, AMSDO) 是另一种可选的治疗方法。牵引成骨可以同时增加软硬组织的组织量, 极大程度地预防术后复发。并且, AMSDO只前移上颌骨的前部, 确保了硬腭后部及软腭部肌肉附着的位置不变, 最大程度地保护了腭咽闭合功能^[5]。但是, 这项手术对于手术者的操作要求比较高, 学习曲线比较陡峭。损伤邻牙牙根是AMSDO的常见并发症, 发生率可达5.44%, 尤其是在唇腭裂患者比较拥挤的牙列中; 其他可能的并发症包括术中的出血、腭部黏膜撕裂以及前部骨块的意外骨折等^[6]。

本研究制作了3D打印的牙支持式的导板来辅助截骨, 这项技术结合了虚拟手术设计和3D打印技术。通过采用截骨导板, 截骨线的位置和平面都得以从虚拟手术转移到患者身上; 术者可以避免损伤邻牙牙根并且避开腭降血管。本研究验证了该方法的精度及可行性。

1 对象与方法

1.1 患者

收集2019年1月—2020年10月在上海交通大学

医学院附属第九人民医院接受AMSDO治疗的12例唇腭裂患者病例资料。其中男性11例, 女性1例, 年龄范围为14~28岁, 平均年龄为18.5岁。12例患者中, 单侧唇腭裂和双侧唇腭裂各6例。

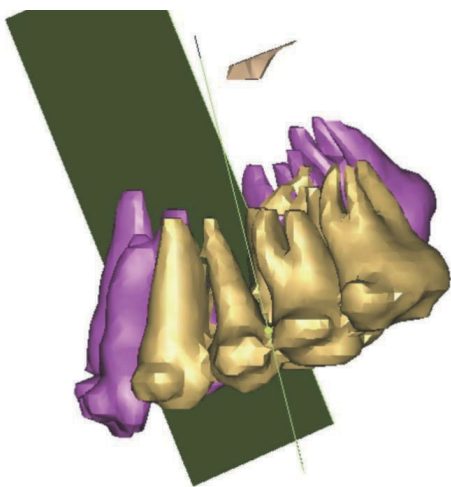
病例纳入标准: 单侧或双侧非综合征性唇腭裂患者; 已经完成牙槽突裂植骨至少6个月; 术后随访时间超过6个月。排除不能配合完成检查及随访的患者。

1.2 术前准备

患者在术前1个月进行CT检查 (参数: 120 kV, 30 mA, 4 000 ms, 层厚0.625 mm, 像素尺寸0.546 9 mm, 512×512分辨率, 28 cm×28 cm视野; Philips Brilliance 64 CT scanner, Philips Healthcare, 荷兰)。CT数据导入ProPlan CMF 3.0 (Materialise Dental, 比利时), 重建头颅的三维模型。CT扫描期间, 患者需要咬合在牙尖交错位。常规制备石膏模型, 并用精度为0.01 mm的激光扫描仪 (Smart Optics Activity 880 3D Scanner; Smart Optics Sensortechnik GmbH, 德国) 扫描为数字牙模。数字牙模采用光学扫描程序注册到ProPlan软件中。牙根和双侧腭降动脉在ProPlan中进行重建。然后在上颌第二前磨牙和第一磨牙之间设计2条虚拟的垂直截骨线, 避开邻牙牙根和腭降动脉。数据随后导入Geomagic Studio 2013和Geomagic Spark 2013 (Geomagic, 美国) 进行个性化的截骨导板设计。截骨引导槽的宽度设计为1.3 mm, 略大于超声骨刀刃部的宽度 (0.8 mm)。截骨线的边缘设计成高出导板5 mm, 以决定手术时超声骨刀刀刃以及骨凿的方向 (图1~3)。

1.3 手术操作

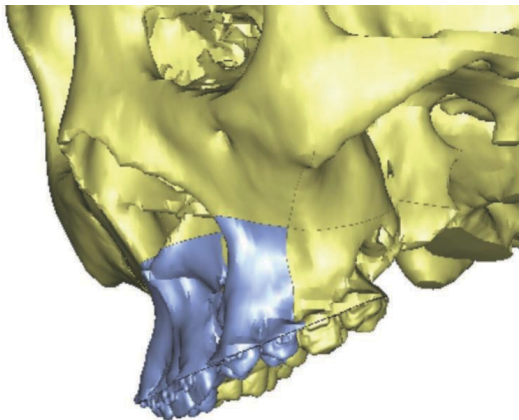
AMSDO在全身麻醉下进行。采用上颌前庭沟切口, 在附着龈上方5 mm处自一侧第一前磨牙切开到对侧第一前磨牙, 翻起黏骨膜瓣, 暴露上颌骨前部的骨面和梨状孔边缘。然后将牙支持式导板用4颗6 mm钛钉固定在上颌骨 (图4)。采用超声骨刀进行截骨, 刀刃的方向和位置都由导板决定。超声骨刀截透骨皮质后, 用骨凿完成垂直截骨线以及腭部截骨线



Note: The osteotomy lines were designed to avoid adjacent tooth roots and descending palatine artery.

图1 截骨线的设计

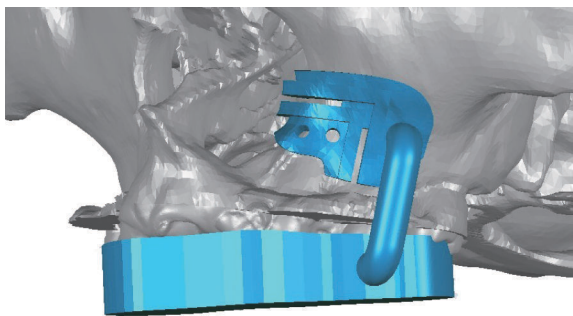
Fig 1 Design of the osteotomy line



Note: The maxilla was separated into anterior segment (blue) and posterior segment (yellow).

图2 分离上颌骨前部及后部骨块

Fig 2 Separation of the anterior and posterior segments of the maxilla



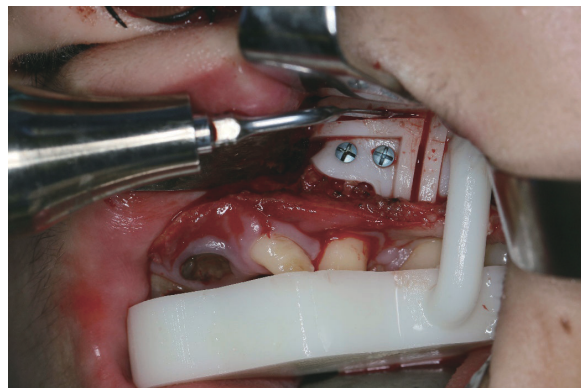
Note: The osteotomy guide was designed in Geomagic Studio 2013 and Geomagic Spark 2013. The edge of the osteotomy line was raised by 5 mm to determine the direction of the blade.

图3 设计截骨导板

Fig 3 Design of the osteotomy guide

的截骨，骨凿的方向同样由导板决定。注意不要损伤腭部黏膜及牙乳头，控制骨凿凿入的深度，避免损伤

对侧的腭降血管神经束。鼻中隔用鼻中隔骨凿凿断。连接所有的截骨线，确保前部骨块的活动度。关闭创口后粘结牙支持式的牵引装置。



Note: The osteotomy guide was fixed to the maxilla with mini screws. Piezosurgery and osteotome were used to finish the osteotomy.

图4 术中用截骨导板辅助截骨

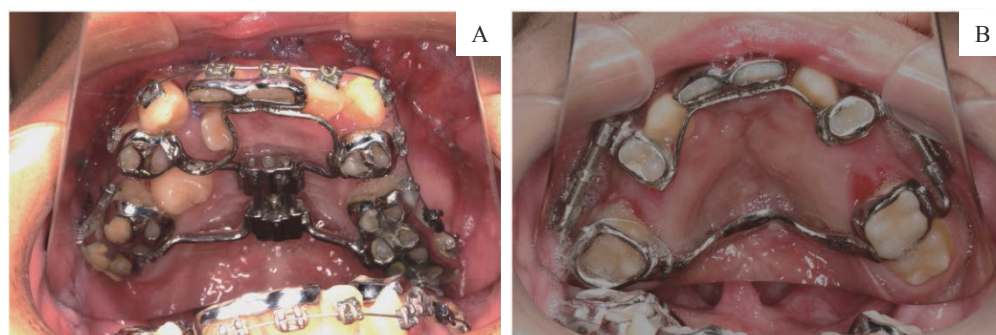
Fig 4 Application of osteotomy guide during surgery

1.4 牵引流程

7 d 的等待期后，上颌前部骨块采用每次 0.25 mm 的速率向前牵引，每日 4 次。牵引的时长根据每个病例需要的上颌骨前移量进行设计，参考患者的咬合关系和覆殆覆盖。在达到目标距离后，继续牵引 3 d 以达到过矫正的目的。牵引采用个性化的牙支持式牵引器，牵引装置位于腭侧（图 5A）或双侧牵引区域颊侧（图 5B）。牵引装置的最大牵引量为 12 mm；对于超过 12 mm 的牵引量，可以通过再次牵引或者与正颌手术联合完成。达到目标位置后，继续佩戴牵引器或者更换为保持器，进行 3 个月的巩固。

1.5 测量方法

术前（T0）、巩固期结束（T1）、巩固期结束 6 个月（T2）分别为患者拍摄头颅定位侧位片。将侧位片导入 Dolphin 11.5 图像处理软件（Dolphin Imaging & Management Solutions; Chatsworth, 美国），并进行放大倍率矫正。测量指标包括 SNA（S-N-A 角）、SNB（S-N-B 角）、ANB（A-N-B 角）、覆盖、面部突度（软组织鼻根点、软组织鼻下点、软组织颏前点组成的角度）、硬腭长度（前鼻嵴点 ANS 与后鼻嵴点 PNS 的距离）。所有的测量均由同一人完成，1 个月后由同一测量者再次测量，平均值作为最终结果。

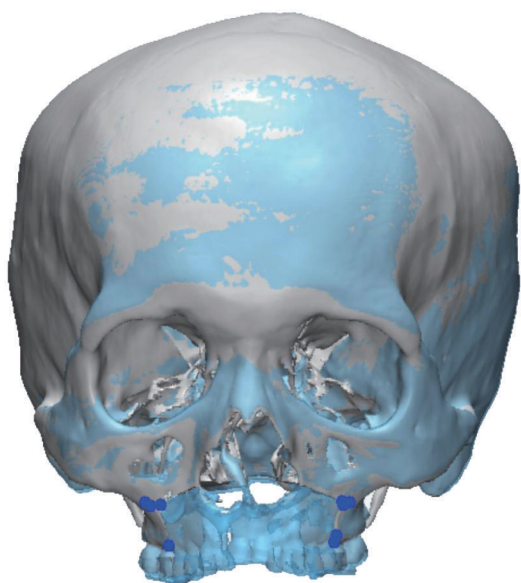


Note: A. Palatal tooth-borne distractor. B. Bilateral buccal tooth-borne distractor.

图5 2种牙支持式牵引器

Fig 5 Two types of tooth-borne distractors

在激活牵引器之前,进行一次术后CT检查以验证手术结果。术后的重建模型和术前三维设计模型均导入到CAD软件(3-Matic, Materialise NV)中。术后的上颌骨模型根据颅骨和眼眶等,采用面配准的方法匹配到手术计划的上颌骨模型(图6)。



Note: The actual postoperative result (blue) was superimposed to the virtual planning (white). The anterior segment of the virtual planning was hidden to make the designed osteotomy line more visible.

图6 实际截骨结果与术前设计进行匹配

Fig 6 Superimposition of the actual result with virtual planning

配准后,通过比较实际截骨线 and 设计截骨线评价截骨的精度。垂直截骨线的2个端点的连线用来定义截骨的方向,2个端点的中点用来定义截骨的位置。所有点的坐标用来计算实际截骨线 and 设计截骨线的差异。截骨位置的差异采用X、Y、Z三个维度进行计算,截骨角度差异采用X-Y、Y-Z和Z-X平面进行计算。

1.6 统计学分析

采用IBM SPSS Statistics 26软件(IBM Corp, 美国)对数据进行统计分析。统计头影测量各项数据的平均值和标准差。T0与T1、T0与T2、T1与T2之间的差异采用方差分析, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。对于位置和角度差异的分析,采用均方根误差(root-mean-square deviation, RMSD)。

2 结果

2.1 头影测量数据的变化

从T0到T1, SNA从 75.63° 增大至 80.3° ($P<0.05$),覆盖从 -10.74 mm变为 -4.09 mm ($P<0.05$); ANB、面部突度、硬腭长度的变化分别为 0.71° 、 3.82° 和 6.14 mm,但差异均无统计学意义;SNB基本保持稳定。从T1到T2,所有数据变化均不显著,差异均无统计学意义,说明牵引效果比较稳定。从T0到T2, SNA从 75.63° 变为 78.65° ($P<0.05$),覆盖从 -10.74 mm变为 -6.32 mm ($P<0.05$); SNB基本保持稳定;其他数据均有变化,但差异无统计学意义。详见表1。

2.2 并发症

1例患者在术后1个月发生了上颌窦炎症,通过抗炎和引流治愈;其余患者未发生并发症。所有患者均没有发生明显的腭咽闭合功能以及语音清晰度的恶化。

2.3 术前设计和术后实际数据比较

12例患者中,9例患者在牵引器激活之前进行了CT检查。对该9例患者共计18条截骨线的精度进行

表1 各时点头影测量结果及变化

Tab 1 Cephalometric measurements and changes at different time points

Parameter	T0	T1	T2	T0-T1		T0-T2		T1-T2	
				Mean	P value	Mean	P value	Mean	P value
SNA/(°)	75.63±4.29	80.30±2.65	78.65±3.87	4.67	0.01	-0.28	0.01	4.39	0.86
SNB/(°)	83.71±5.58	84.42±5.98	84.01±5.53	0.71	0.80	-0.51	0.94	0.20	0.85
ANB/(°)	-7.84±5.99	-4.02±4.67	-5.26±5.31	3.82	0.13	0.11	0.12	3.93	0.96
Overjet/mm	-10.74±4.83	-4.09±3.99	-6.32±5.35	6.66	0.00	-0.03	0.00	6.62	0.99
Facial convexity/(°)	-5.66±11.59	1.29±10.78	-1.24±11.27	6.94	0.20	-0.63	0.25	6.31	0.91
ANS-PNS/mm	39.32±6.39	45.47±6.93	43.14±7.00	6.14	0.06	-0.83	0.11	5.31	0.79

了计算，术前设计和术后实际垂直截骨线的线性和角度 *RMSD* 差异见表2。

表2 术前设计与术后实际截骨线的位置与角度差异(*n*=9)

Tab 2 Positional and angular differences between the planned and post-operative outcomes (*n*=9)

Parameter	<i>RMSD</i>	$\bar{x}\pm s$
Horizontal/mm	0.65	0.54±0.37
Sagittal/mm	0.90	0.71±0.57
Vertical/mm	1.18	1.01±0.62
<i>X-Y</i> plane/(°)	14.87	-5.03±14.4
<i>X-Z</i> plane/(°)	4.19	0.17±4.31
<i>Y-Z</i> plane/(°)	5.07	0.99±5.11

3个维度上的线性偏差均在1.2 mm以内。最大的角度误差出现在冠状平面 (*X-Y*平面)，*RMSD* 为14.87°。与临床准确性更加相关的水平面和矢状面，角度误差分别为4.19°和5.07°，均在可以接受的范围。

3 讨论

唇腭裂的治疗是一个需要多学科参与的序列治疗。患者从出生开始需接受多种治疗，直到青春期，甚至成年后。尽管有许多关于唇腭裂治疗的相关研究，但对于唇腭裂治疗的流程仍然存在很多争议^[7-9]。唇腭裂的继发畸形也是很常见的。畸形的程度根据唇腭裂的类型以及治疗方案的不同，差异很大。许多唇腭裂患者在青春后期会出现上颌骨的发育不足，难以通过单纯正畸解决。在这种情况下，需要进行复杂的正颌正畸联合治疗。正颌手术的目的是通过重新定位上下颌骨以取得外观和功能的改善。

传统正颌手术中，用来矫正上颌骨发育不足的术

式是Le Fort I型截骨前移。上颌骨被截断和重新定位，并采用坚固的内固定装置固定在新的位置。牵引成骨是用来治疗上颌骨发育不足的另外一种选择。CODIVILLA在1905年首先介绍了这种方法，MCCARTHY等^[10]在1992年将其应用于颌面外科领域。牵引成骨已成功用于多种疾病的治疗，如唇腭裂、半侧颜面短小以及各类颅缝早闭综合征。

对于传统的Le Fort I型截骨前移，超过10 mm的上颌骨前移量不仅难以达到而且容易复发。对于许多严重的上颌骨发育不足，为了达到正常的咬合，往往需要牺牲正常发育的下颌骨，采用双颌手术的方案。Le Fort I型截骨牵引成骨可以通过同时增加软组织和骨组织的量获得更大的上颌骨前移量，减少复发风险的同时，还可以避免不必要的下颌矢状劈开手术。然而，超过10 mm的上颌Le Fort I型前移有影响腭咽闭合功能的风险，这种风险在牵引成骨治疗中同样存在^[11-12]。

AMSDO仅仅前移上颌骨的前段，保持了硬腭后部位置不动^[13]。在这个过程中，腭咽部肌肉附着未受到影响，最大程度地保存了腭咽闭合功能。牟思璇等^[14]通过研究发现，AMSDO对腭咽部结构的影响微小，腭咽闭合基本无变化；而Le Fort I型截骨术后结果提示，该手术可能造成腭咽闭合功能恶化及腭咽部结构适应性代偿。AMSDO的另外一个优势是通过分离上颌骨前、后骨块并将前部骨块缓慢前移，增加了上颌骨的骨量，为上颌牙列拥挤的唇腭裂患者提供了术后正畸需要的骨量。

AMSDO技术对于术者手术操作的要求比较高，尤其是牙弓内的垂直截骨线。在拥挤的牙列中进行截骨，很容易损伤邻牙的牙根，或者是截骨线附近的腭降动脉。RICHADSON等^[6]报道的并发症发生

率高达 25.17%，其中出血是术中和术后最常见的并发症。术中出血最常见的原因是损伤了腭降动脉，对于不进行传统 Le Fort I 型截骨术向下骨折操作的 AMSDO 来说，出血部位暴露不足，止血非常困难。而采用虚拟手术设计和截骨导板，可以将损伤牙根和腭降动脉的风险大大降低；同时，还可以显著降低手术难度，特别是对于手术经验比较少的年轻医师。

导板在各个维度的线性误差均小于 1.2 mm，在临床上可以很好地指导手术截骨。最大的角度误差出现在冠状平面，分析原因主要有两点。首先，垂直截骨线在冠状面的投影非常短，因此微小的线性误差就会导致很大的角度误差；而且，冠状平面的角度误差临床意义不大，对于垂直截骨线，具有较大临床意义的是矢状面的角度误差。另一个影响截骨导板精度测量的因素是上颌骨前壁的意外骨折。有部分患者的上颌窦前壁骨质很薄，截骨时可能发生损伤，这会使截骨线变宽，导致测量结果不够准确。

本研究中，T1 与 T2 的标志点位置变化显示，术后仍旧出现了一定程度的复发。这与 OKCU 等^[15]和 TANIKAWA 等^[16]的研究结论类似。本研究中，手术采用的是牙支持式的牵引器。与传统的外置式头架牵引器相比，牙支持式牵引器对患者的容貌及社交活动的影响更小，同时不需要二次手术去除牵引器。但牙支持式牵引器的缺点是对于牵引方向的控制能力较弱，尤其是垂直方向。OKCU 等^[15]发现牙支持式牵引器会导致上颌骨在不同水平的前移量不同；TANIKAWA 等^[16]发现术中容易发生上颌骨逆时针旋转，导致术后复发。这些不足可以通过采用混合支持式牵引器改善，将牵引的力量分散在骨组织和牙齿，而不是仅仅作用于牙齿。对此，本团队改良了牙支持式牵引器的设计^[14]，将位于腭侧

的单个牵引装置改为牙弓颊侧的双牵引装置，使前部骨块的受力点上移，更好地控制了前部骨块的逆时针旋转，降低了术后开殆的发生率。同时，由于采用双侧牵引装置，可以控制两侧的牵引量，从而在一定幅度内达到矫正中线的目的。另外，进行一定程度的过矫正，也可以达到对抗术后复发的效果。对于上颌骨前移量较大的患者，可以进一步延长巩固期，以减少术后复发。

综上，AMSDO 是治疗唇腭裂继发上颌骨发育不足的一种有效方法。3D 打印的截骨导板具有良好的精度，在减少手术并发症的同时降低了手术的难度。

利益冲突声明/Conflict of Interests

所有作者声明不存在利益冲突。

All authors disclose no relevant conflict of interests.

伦理批准和知情同意/Ethics Approval and Patient Consent

本研究为回顾性研究，已通过上海交通大学医学院附属第九人民医院伦理委员会审批（审批号：SH9H-2019-T129-2），豁免伦理审查。The study was a retrospective study and approved by Ethics Committee, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine (Approval Letter: SH9H-2019-T129-2), and this study was exempt from ethical review.

作者贡献/Authors' Contributions

万腾、朱敏、王旭东参与了实验设计；万腾、王旭东参与了论文的写作和修改；姜腾飞负责导板设计。所有作者均阅读并同意了最终稿件的提交。

The study was designed by WAN Teng, ZHU Min and WANG Xudong. The manuscript was drafted and revised by WAN Teng and WANG Xudong. The osteotomy guide was designed by JIANG Tengfei. All the authors have read the last version of paper and consented for submission.

• Received: 2023-05-30

• Accepted: 2023-10-25

• Published online: 2024-01-28

参 · 考 · 文 · 献

- [1] WANG M, YUAN Y, WANG Z, et al. Prevalence of orofacial clefts among live births in China: a systematic review and meta-analysis: prevalence of oral clefts in China[J]. Birth Defects Res, 2017, 109(13): 1011-1019.
- [2] CAPELOZZA FILHO L, NORMANDO A D, DA SILVA FILHO O G. Isolated influences of lip and palate surgery on facial growth: comparison of operated and unoperated male adults with UCLP[J]. Cleft Palate Cran J, 1996, 33(1): 51-56.
- [3] CHEUNG L K, CHUA H D P, Hägg M B. Cleft maxillary distraction versus orthognathic surgery: clinical morbidities and surgical relapse[J]. Plast Reconstr Surg, 2006, 118(4): 996-1008.
- [4] 张继生, 唐友盛, 卢晓峰, 等. 上颌骨牵引成骨对腭咽闭合功能的影响[J]. 临床口腔医学杂志, 2004, 20(3): 168-170.
ZHANG J S, TANG Y S, LU X F. Effects of maxillary DO on velopharyngeal function[J]. Journal of Clinical Stomatology, 2004, 20(3): 168-170.

- [5] YU H, WANG X, FANG B, et al. Comparative study of different osteotomy modalities in maxillary distraction osteogenesis for cleft lip and palate[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2012, 70(11): 2641-2647.
- [6] RICHARDSON S, SELVARAJ D, KHANDEPARKER R V, et al. Tooth-borne anterior maxillary distraction for cleft maxillary hypoplasia: our experience with 147 patients[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2016, 74(12): 2504.e1-2504.e14.
- [7] LIU X, CHEN Z. Effects of palate repair on cranial base and maxillary morphology in patients with unilateral complete cleft lip and palate[J]. Cleft Palate Craniofac J, 2018, 55(10): 1367-1374.
- [8] SALGADO K R, WENDT A R, FERNANDES FAGUNDES N C, et al. Early or delayed palatoplasty in complete unilateral cleft lip and palate patients? A systematic review of the effects on maxillary growth[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2019, 47(11): 1690-1698.
- [9] KAPPEN I F P M, YODER W R, MINK VAN DER MOLEN A B, et al. Long-term craniofacial morphology in young adults treated for a non-syndromal UCLP: a systematic review[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2018, 71(4): 504-517.
- [10] MCCARTHY J G, SCHREIBER J, KARP N, et al. Lengthening the human mandible by gradual distraction[J]. Plast Reconstr Surg, 1992, 89(1): 1-8; discussion 9-10.
- [11] 刘庆成, 王敏娇, 司家文, 等. 前段截骨牵引治疗唇腭裂继发上颌骨发育不足[J]. 口腔颌面外科杂志, 2017, 27(3): 179-184.
- LIU Q C, WANG M J, SI J W, et al. Clinical evaluation on the anterior maxillary segmental distraction with rigid external distraction in the treatment of severe maxillary hypoplasia secondary to CLP[J]. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2017, 27(3): 179-184.
- [12] AKSU M, TANER T, SAHIN-VESKE P, et al. Pharyngeal airway changes associated with maxillary distraction osteogenesis in adult cleft lip and palate patients[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2012, 70(2): e133-e140.
- [13] RICHARDSON S, SEELAN N S, SELVARAJ D, et al. Perceptual speech assessment after anterior maxillary distraction in patients with cleft maxillary hypoplasia[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2016, 74(6): 1239.e1-1239.e9.
- [14] 牟思璇, 朱妍菲, 杜常欣, 等. 改良牙支持式上颌骨前部牵引成骨术与上颌骨 Le Fort I 型前徙术对唇腭裂患者腭咽部结构的影响[J]. 中国口腔颌面外科杂志, 2020, 18(5): 427-433.
- MOU S X, ZHU Y F, DU C X, et al. Comparative study of modified tooth-borne anterior maxillary segmental distraction osteogenesis and Le Fort I osteotomy on velopharyngeal structure changes in cleft lip palate patients[J]. China Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2020, 18(5): 427-433.
- [15] OKCU K M, SENCIMEN M, KARACAY S, et al. Anterior segmental distraction of the hypoplastic maxilla by a tooth borne device: a study on the movement of the segment[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2009, 38(8): 817-822.
- [16] TANIKAWA C, HIRATA K, AIKAWA T, et al. Efficacy of maxillary anterior segmental distraction osteogenesis in patients with cleft lip and palate[J]. Cleft Palate Craniofac J, 2018, 55(10): 1375-1381.

[本文编辑] 吴 洋

学术快讯

上海交通大学医学院附属第六人民医院贾伟平团队在《自然医学》发表科研成果

2024年1月4日,上海交通大学医学院附属第六人民医院内分泌代谢科、上海市糖尿病重点实验室贾伟平教授和李华婷教授团队,清华大学副教务长、医学院主任黄天荫教授团队,上海交通大学电子信息与电气工程学院计算机科学与工程系/教育部人工智能重点实验室盛斌教授团队在国际权威刊物《自然医学》(*Nature Medicine*)发表科研成果。该成果是医工交叉团队继2021年成功完成糖尿病视网膜病变辅助智能诊断系统“DeepDR”研发之后,进一步构建的基于时序影像序列深度学习的糖尿病视网膜病变并发症预警系统“DeepDR Plus”。该系统可基于眼底图像精准预测糖尿病视网膜病变进展,为推动全球糖尿病并发症的智能防控贡献了中国力量,有望为全球糖尿病视网膜病变筛查和防控新策略的制定提供指引。