

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.11.008

· 防治实践 ·

CAD/CAM虚拟颌架模块在四环素牙个性化功能美学修复中的应用

谭淑仪, 陈奕帆

南方医科大学口腔医院修复科, 广东 广州(510280)

【摘要】 目的 探讨应用虚拟颌架在对重度四环素牙患者进行功能导向的全瓷冠美学修复设计中的效果。**方法** 采用氧化锆全冠修复,先将患者口内下颌功能运动数据转移到实体颌架,再经匹配的转移台将上下模型关系等效扫描至数字化设计平台中,运用CAD/CAM软件中虚拟颌架组件进行数字化修复体咬合面设计,在保留患者原有咬合特征基础上,参考Dawson理想颌型特征,建立稳定均匀的前后牙正中咬合止点、协调的非正中咬合引导轨迹、后牙呈正中点状咬合接触、上前牙腭侧短线状轨迹引导后牙咬合分离。**结果** 四环素牙修复完成后,形态排列及颜色获得很好改善,患者对美观满意,功能状态舒适,咬合接触与患者下颌功能运动范围相协调,口内戴入修复体后,经40 μm咬合纸检验,具有清晰正中止点,稳定均匀的双侧咬合接触、流畅便利的前牙咬合引导,无早接触及咬合干扰。术后1年随访,患者口腔清洁维护良好,唇齿位置关系自如,咬合功能稳定、舒适、健康。修复体周软组织健康稳定。**结论** 应用CAD/CAM系统中虚拟颌架模块对重度四环素患者进行功能导向的全瓷冠设计,有助于患者快速适应新修复体,实现长期稳定健康的功能美学修复。

【关键词】 虚拟颌架; 数字化; 四环素牙; 氧化锆; CAD/CAM; 咬合

【中图分类号】 R783.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2018)11-0727-08

【引用著录格式】 谭淑仪,陈奕帆. CAD/CAM虚拟颌架模块在四环素牙个性化功能美学修复中的应用[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(11): 727-734.

The functional and aesthetic reconstruction of tetracycline stained teeth with a virtual articulator in a CAD/CAM system TAN Shuyi, CHEN Yifan. Department of Prosthodontics, Stomatological Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510280, China

Corresponding author: CHEN Yifan, Email: cheniyfan0209@sina.com, Tel: 0086-15915827165

【Abstract】 Objective To investigate the reliability of using virtual articulator in the fabrication of zirconia crowns for tetracycline discolored teeth. **Methods** To treat the patient with serious tetracycline stained teeth, we use zirconia crowns to shield the stained abutment teeth. To retain the characteristics of patient's original occlusal contacts, meanwhile, to establish a stable and evenly distributed occlusal contacts, we recorded the functional movements of the patient's jaw before preparing the teeth and transferred this relations to a physical articulator. Afterwards, relationship of the upper and lower arches was scanned through a specified fixture. Then we can customized the fabrication of the occlusal contacts of the restorations conveniently and efficiently with virtual articulator in CAD/CAM system. **Results** When the final restorations were inserted, a charming smile was achieved on patient's face with satisfactory esthetics. With the application of virtual articulator in designing process, we made evenly distributed and stable bilateral occlusal contacting spots, smooth protrusive and lateral guidance on the lingual aspects of the upper anteriors. One year follow-up, this patient was observed in good oral hygiene, and was satisfied with her esthetic and functional outcome. The soft

【收稿日期】 2018-04-23; **【修回日期】** 2018-08-06

【基金项目】 广东省医学科研基金项目(A2016394)

【作者简介】 谭淑仪, 医师, 硕士, Email: 744584363@qq.com

【通信作者】 陈奕帆, 主任医师, 博士, Email: cheniyfan0209@sina.com, Tel: 0086-15915827165

tissue around the restorations was assessed to be healthy and no signs of inflammation. **Conclusion** Applying the virtual articulator kits in CAD/CAM system in designing and fabricating the function-driven restorations could be an efficient way to obtain an satisfactory long-term outcome.

【Key words】 Virtual articulator; Digital; Tetracycline stained teeth; Zirconia all-ceramic crown; CAD/CAM; Dental occlusion

重度四环素染色牙对前牙区美学影响较大,对于有强烈的美白修复需求的患者而言,需要获得最佳的遮色效果;同时,对于原有较稳定的上下牙咬合接触关系,无颞下颌关节紊乱病史的患者应尽量保持患者原有功能咬合特征。本研究应用Ceramill计算机设计加工系统中内嵌的虚拟颌架模块,以重度四环素患者个性化下颌运动数据为导向,在三维空间中模拟个性化下颌运动路径,通过与实物颌架上咬合接触特征,原咬合接触特征进行术前术后比较,评估虚拟颌模块的临床应用可靠性和精准度,进一步探索其技术升级和完善空间。

1 病例资料

1.1 主诉、现病史及既往史

患者,女性,41岁。因“牙齿颜色不美观十余年”就诊。患者幼年曾服用多量四环素,牙体组织严重染色,自觉严重影响社交及工作。曾进行拔牙及正畸治疗,家族中其他人无相关牙齿发育不良病史,无夜磨牙或紧咬牙等不良咬合习惯。全身健康状况良好,无系统性疾病史及药物过敏史。

1.2 口内检查、面部检查、下颌运动及咬合相关功能检查及影像学检查

1.2.1 口内检查 ①全口牙重度染色,牙颈部1/3呈橙黄色,有咖啡色条状染色带,中1/3及切1/3呈深褐色,表面分布不规则白垩色矿化不良斑块。②正畸治疗已拔除14、25、44。③26树脂充填呈MO II类洞型。④47为氧化锆冠修复体,边缘密合度可。⑤22近中唇向扭转。⑥31拥挤偏舌侧生长,切缘高于邻牙2 mm,局部纵殆曲线、横殆曲线反向。⑦上下磨牙16、17、26、27、36、37、46殆面功能区均有较明显的磨损小平面对,12、13、22、23、31、32、33、41、42、43切缘及边缘嵴局部均有明显不均匀磨损面,上下前磨牙区磨损程度较轻。⑧全口探诊出血阴性,口腔卫生良好,牙石(-)(图1a~图1e)。

1.2.2 面部检查 面中线两侧对称性良好,大笑时暴露少量牙龈,面下1/3垂直距离正常(图1f、图

1g)。

1.2.3 下颌运动及咬合相关功能检查 ①开口度、开口型未见异常,未见下颌运动偏斜及障碍。②未及双侧关节弹响、绞锁、杂音。③最大牙尖交错位咬合接触稳定,正中关系位与肌接触位协调,最大牙尖交错位与肌接触位一致无滑移。④双侧颞下颌关节负荷及咀嚼肌群触诊未及疼痛。⑤下颌非正中运动:前伸运动11、31引导后牙咬合分离,右侧运动13、42、43引导后牙分离,左侧运动22、23、24、33、34、35均参与引导后牙分离。

1.2.4 影像学检查 全口曲面断层片显示26、47可见根管充填影像,根尖状况未见异常。其他牙未见根尖周病变及牙槽骨异常吸收影像(图1h)。

1.3 诊断

①四环素着色牙;②26牙体缺损;③下前牙排列不齐。

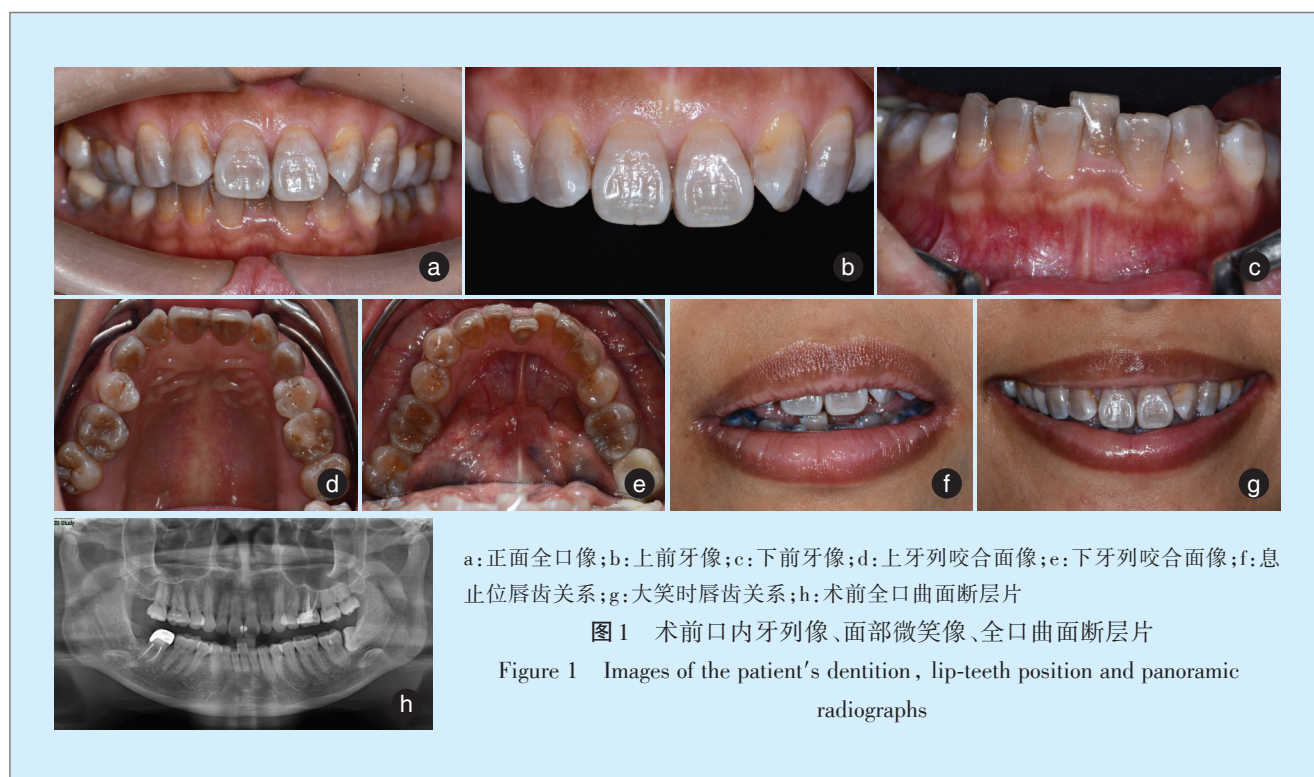
2 方法

2.1 治疗方案确定

程度较轻的活髓牙的美白治疗,可采用药物外漂白或树脂贴面、瓷贴面等技术^[1-2]。但本例患者四环素着色程度重,基牙颜色深,漂白技术效果不佳,仅能提升牙齿明度,难以改变表面的不均匀着色,瓷贴面由于牙体预备量受限及修复体厚度受限,难以完全改变基牙颜色,不能满足患者的美观要求,因此经沟通,患者同意进行全瓷冠修复,选择氧化锆材料。31明显异位导致的殆曲线不良,拟进行31根管治疗后桩冠修复,改善31美观及下前牙区spee曲线,均匀分散前牙引导功能。26牙体缺损进行桩冠修复。由于四环素牙多伴有釉质发育不良,导致釉质磨损重于正常恒牙,耐磨性差。本病例拟运用虚拟颌架指导修复体咬合和运动轨迹制作,形成稳定的正中止接触,精准的前牙引导后牙分离,发挥相互保护,减轻后牙磨损。

2.2 治疗过程

①31牙髓治疗,拟桩冠修复,降低切缘位置;②修复前口腔研究模型制备;③牙体预备前进行



面弓、颌架转移上下牙列与铰链运动轴关系,咬合蜡记录下颌前伸(图2)、右侧方、左侧方功能运动范围。在全可调颌架上调整前伸髁导(图3)、侧方髁导及个性化切导数值,比较口内外咬合印迹重合度。④26、31纤维桩树脂核支持冠修复,甲哌卡因局部麻醉下,上颌15、13、12、11、21、22、23、24、26,下颌34、33、32、31、41、42、43、45牙体预备(图4)。预备后咬合关系记录。⑤灌注模型,上、下颌工作模型交互上颌架(图5)。⑥数字化设计:上颌前牙舌侧拟设计为直接在氧化锆底冠上釉,不烧结饰面瓷,因此先设计下颌前牙切缘位置,再进行上颌修复体舌侧形态设计。上下颌工作模型及研究模型分别通过转移架固定后,扫描咬合及牙列与铰链轴关系,利用虚拟颌架,将物理颌架中的前伸髁导、水平髁导、切导等数值输入虚拟颌架,在软件中模拟个性化下颌功能运动。31拟通过降低临床牙冠高度,对陡峭的下前牙切缘连线进行调整。下颌基牙底冠完成后,按预备前硅胶导板指导堆塑下前牙饰面瓷。参考牙体预备前患者的上下咬合接触分布及咬合引导轨迹进行精细的修复体唇侧、切缘、舌侧和咬合面形态设计。底冠唇侧及邻面部分回切,预留饰面瓷空间(图6)。⑦完成:饰面瓷烧结,颌架上检查咬合接触,口内试戴,口内外对比咬合印记重合度,口内进行微量精细

调磨(图7)。

3 结果

完成修复后,患者牙齿形态及美观均得到良好改善,牙列较术前排列整齐,唇齿关系良好(图8)。形成与患者个体下颌功能运动范围相协调的咬合接触,使患者具有清晰的正中止点,精确稳定、均匀的咬合接触分布,以及与牙周支持组织相适宜的前牙区咬合引导轨迹(图7),符合Dawson教授认为的:理想的颌型在所有方向上的闭口和研磨运动过程中用咬合纸所取得的印迹应该表现为,前牙线状引导轨迹,后牙功能尖点状咬合接触^[3]。术后1年随访(图9),患者能够做到良好的牙周组织保健,并形成稳定、舒适、健康的咬合及唇齿关系。修复体无松动、破损、着色,边缘密合。周围牙龈组织色、形、质正常,无菌斑及龈上、下结石,龈沟出血(-),龈沟深度0.5~1.0 mm。

4 讨论

修复治疗中采用面弓转移上颌架对形成修复体生理性咬合具有重要意义。目前认为有机协调的生理状态颌通常需遵循以下几个基本要素:①正确的垂直距离:形成和谐的面部长宽比例,建立适宜的前牙长度参数及覆颌(3~4 mm),利于面部和

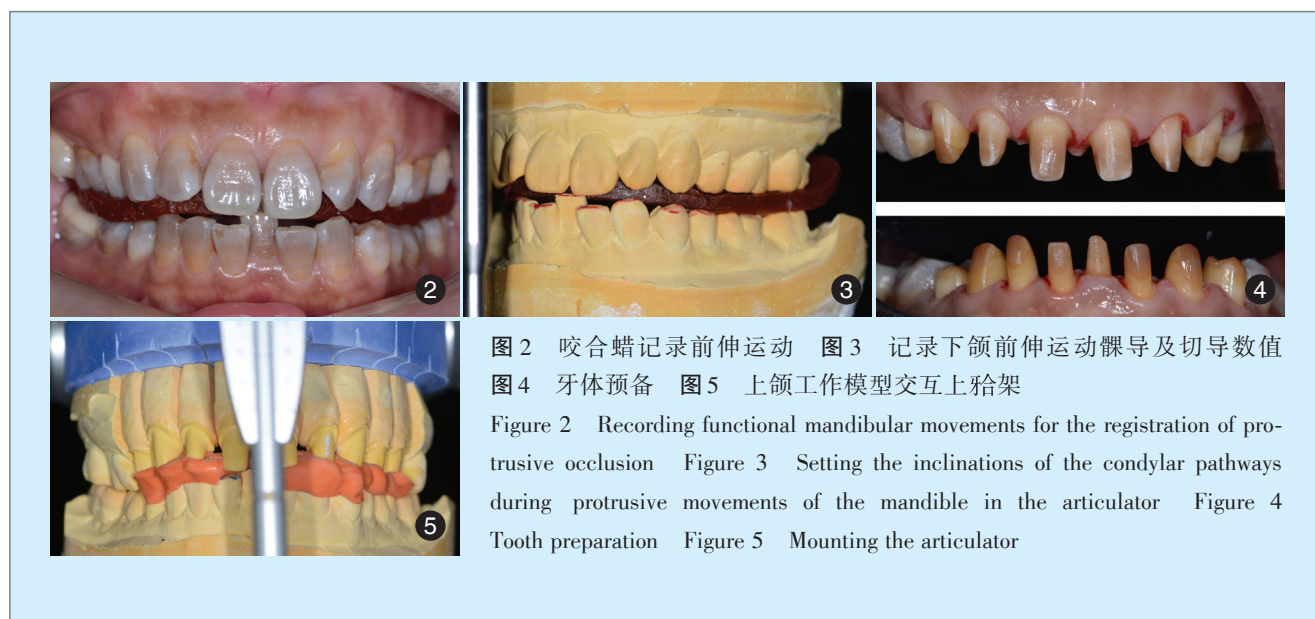


图2 咬合蜡记录前伸运动 图3 记录下颌前伸运动髁导及切导数值
图4 牙体预备 图5 上颌工作模型交互上殆架
Figure 2 Recording functional mandibular movements for the registration of protrusive occlusion Figure 3 Setting the inclinations of the condylar pathways during protrusive movements of the mandible in the articulator Figure 4 Tooth preparation Figure 5 Mounting the articulator

咀嚼肌肉系统功能正常;②下颌最大牙尖交错位与正中关系位相协调:闭合过程无早接触,患者咀嚼时下颌运动舒适自如;③双侧后牙区均有稳定均匀的咬合接触:避免修复体、种植体及颞下颌关节局部载荷过度;④前伸和侧方运动时前牙组能提供足够滑动引导产生后牙咬合分离:不仅避免了后牙区咬合干扰产生,有利于减少生理性磨损,降低修复体承受过大侧向力,也降低了种植体过载导致的嵴顶骨吸收、螺丝松动和基台折裂等机械并发症产生。前牙组引导轨迹设计也涉及切缘连线及后牙殆平面形成,对美观和功能均有重要影响;⑤各项非正中运动过程中,后牙平衡侧无咬合干扰。在天然牙及种植牙的修复中,仍然需要尊重这些基本原则。根据这些原则,Dawson提出了受到广泛认可的理想殆型设计思路^[3],本病例正是以其为设计目标,尝试实现等效数字化转移下颌功能运动,应用个性化虚拟殆架辅助修复体制作。

目前我国牙科修复体制作中仍以应用实物殆架为主,但实物殆架操作便利性不佳,固有缺陷难以克服^[4-5]。

①实物殆架是简化下颌运动的机械装置。前导和后导运动参数都是一定程度的简化平均值,髁道真实的运动曲线被简化为仅包括运动起点和终点间的直线,髁导斜度多数以前伸平均值 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$,侧方 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 进行操作。但真实下颌运动受咀嚼肌群运动模式、软组织弹性模量、颞下颌关节盘粘弹性影响,路径发生时相性变化,传统物理殆

架的机械关节难以复制这种运动。

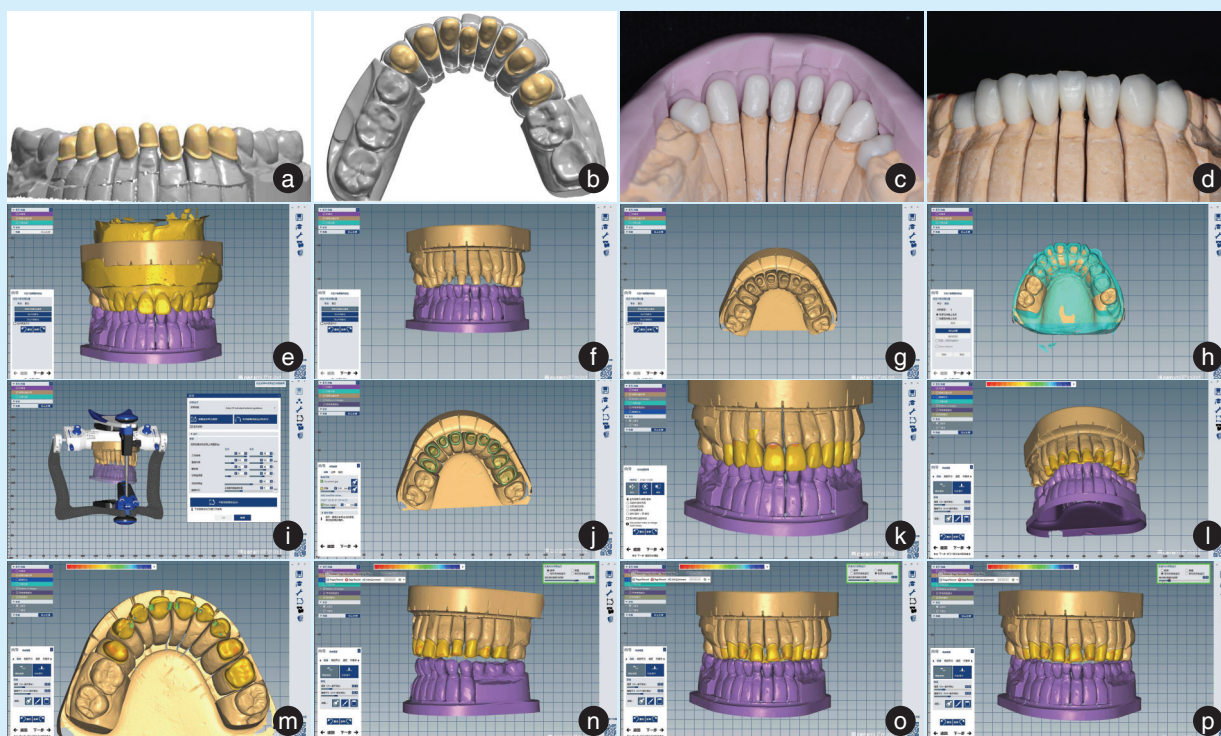
②实物殆架上模型观察受到限制。石膏模型不透明限制了对上下颌牙列牙齿接触情况的观测。

③殆架上反复操作石膏模型不便,且影响义齿设计的精度。模拟下颌运动时,操作者需要反复多次手工移动模型观察牙齿咬合情况,如果模型石膏自身强度不足,可能导致模型殆面材料发生明显磨损,影响义齿咬合设计精度。

④技师操作技术敏感度高,实物殆架上是通过咬合纸指示修复体咬合高点和干扰点,然后在正中殆(牙尖交错殆位)与非正中殆关系下经技师反复手工调磨去除完成。

实物殆架的固有缺陷和市场需求对数字化下颌运动系统的发展产生了巨大推动作用。随着数字化技术的进展,加工流程的自动化程度提高,加工时间、强度、技术敏感度均降低,不同技能水平的技师更容易在统一的基础上制作修复体^[6],操作者可以通过光学扫描仪,获得虚拟模型及上下颌间精确的三维空间位置,从数据库中选择修复体信息,或使用手动功能调整修复体位置外形,其可靠性已有相关研究论证^[7-8]。

虚拟殆架主要分为两大类^[9],第一大类是基于实物殆架构造设计的虚拟殆架。通过逆向工程手段复制实物殆架的结构,在CAD/CAM软件中赋予患者个性化的下颌运动参数。这类殆架又细分为:①对应某一特定品牌实物殆架,如本病例中使用的德国Amann Girrbach公司的Ceramill®系统,对



a: 设计下颌基牙底冠; b: 咬合面观; c: 硅胶导板指导堆瓷; d: 完成下前牙外形制作。e: 扫描研究模型数据; f: 进行上颌修复体设计; g: 咬合面观; h: 原上前牙外形数据重合。i: 设置虚拟殆架个性化下颌运动数据; j: 冠边缘设计; k: 设计上颌底冠; l: 设计上颌腭侧咬合接触。m: 唇侧及切端回切预留饰面瓷空间; n: 动态模拟下颌前伸; o: 模拟右侧侧方运动; p: 模拟左侧侧方运动

图6 虚拟殆架完成修复体设计

Figure 6 Designing the crowns with the virtual articulator



a 和 b: 修整冠边缘穿龈轮廓; c: 口内上颌戴牙; d: 口内下颌戴牙; e: 上颌模型正中咬合印迹; f: 口内上颌正中咬合印迹镜像; g: 非正中咬合引导轨迹; h: 口内上颌非正中咬合引导轨迹镜像

图7 口内外对比咬合印迹重合度

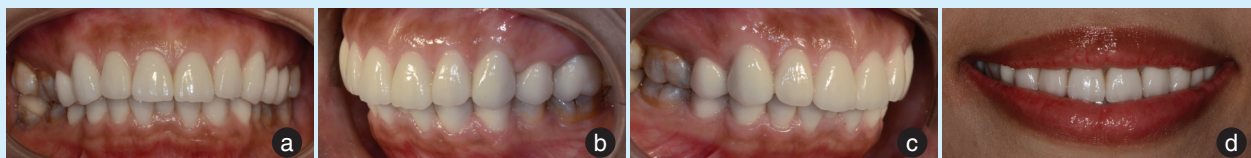
Figure 7 Comparison of the biting marks in the mouth and in the articulator



a:术前息止位;b:术前正面微笑;c:术前侧面微笑;d:术前侧面微笑。e:术后息止位:f:术后正面微笑:g:术后侧面微笑;h:术后侧面微笑。i:术后均匀的前伸引导;j和k:术后尖牙为主的侧方引导

图8 术前后对比

Figure 8 Preoperative and postoperative comparison



a~c:稳定的咬合关系;d:良好的唇齿关系

图9 术后1年随访

Figure 9 One-year follow-up

应的便是同厂家的 Artex[®] 殆架。②可兼容多种品牌的殆架参数的虚拟殆架,如广泛应用的 Dental System[®]系统(3 Shape, 丹麦)。③是可以模拟多个品牌的殆架参数,但是这类虚拟殆架没有匹配实体面弓,其 Bonwill 三角与铰链运动轴关系来源于平均值数据,如 CerecinLAB[®](Sirona, 德国)。第二大类是基于个体口颌系统真实运动参数的虚拟殆架。该技术结合运用了虚拟面弓、下颌运动轨迹描记、面部3D扫描、数位摄影等技术,其设想是在虚拟环境中复建患者真实的口颌系统运动模

式^[10-11]。

CAD/CAM 系统中的虚拟殆架模块,是将工作模型在物理殆架上的相关运动模式和参数,转化成数字化模式,结合患者的前伸髁导、侧方髁导、切导等个性化数值,情景式重现下颌功能运动轨迹,进行咬合分析、设计、调整^[12-13]。CAD 虚拟殆架模块使技师更易于从多角度进行模型观测,避免了模型在实物殆架上的磨损及观测视线受限等操作不便性,对于原有稳定上下牙咬合关系的患者,在进行大量修复体修复时,尽量保持患者原有

咬合特征有利于提高戴入修复体后适应性。本病例应用个性化虚拟殆架技术,结合患者原有咬合接触特征和外形数据,精确设计修复体形态,稳定的正中止点和适宜的非正中咬合引导轨迹,大大减少临床调殆时间,患者的唇舌软组织能更迅速适应新修复体。笔者发现应用虚拟殆架设计加工的修复体咬合接触分布与物理殆架上模型接触分布、患者口内戴入后咬合接触点有极高的重合率。

尽管目前的各类虚拟殆架软件可以实现动态咬合设计和调整,但在患者口内,修复体所承受的咬合应力、实际咬合接触情况更加复杂。咬合接触面积与咬合力大小之间并非线性相关,除下颌功能运动轨迹范围,咀嚼肌收缩力、牙周支持组织状况、牙齿动度、下颌骨在应力作用下的弹性形变等因素均影响修复体及基牙承受的实际应力^[14]。虚拟殆架技术,特别是兼容了电子运动面弓数据^[15],可在体外精确重建下颌运动路径,简化咬合接触点设计,在咬合接触点设计及滑动轨迹设计方面有显著优势,但仍无法精确量化模拟口内的生物力学环境及其综合作用下的咬合应力,无法将咬合接触点与实际应力精确量化关联,因而在目前,难以完全实现无需口内调整的修复体制作技术。虚拟殆架在修复体制作中能大大减轻技师工作强度和难度,但在引入更多咬合应力量化模块方面仍有较大的发展空间。

参考文献

- [1] Bersezio C, Martín J, Mayer C, et al. Quality of life and stability of tooth color change at three months after dental bleaching[J]. Qual Life Res, 2018. doi: 10.1007/s11136-018-1972-7.
- [2] Cloud JJ, Weibling B. Whitening challenges: tetracycline staining and fluorosis[J]. Dent Today, 2009. 28(12): 82, 84-85.
- [3] Dawson P. Functional occlusion: from TMJ to smile design[M]. St Louis: Mosby, 2007: 347, 351.
- [4] Kordass B, Gärtner C, Söhnle A, et al. The virtual articulator in dentistry: concept and development[J]. Dent Clin North Am, 2002, 46(3): 493-506.
- [5] Maestre-Ferrín L, Romero-Millán J, Peñarocha-Oltra D, et al. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2012, 17(1): e160-e163.
- [6] Bhambhani R, Bhattacharya J, Sen SK. Digitization and its futuristic approach in prosthodontics[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2013, 13(3): 165-174.
- [7] Yee SHX, Esguerra RJ, Chew AAQ, et al. Three-dimensional static articulation accuracy of virtual models - part I: system trueness and precision[J]. J Prosthodont, 2018, 27(2): 129-136.
- [8] Krahenbuhl JT, Cho SH, Irelan J, et al. Accuracy and precision of occlusal contacts of stereolithographic casts mounted by digital interocclusal registrations[J]. J Prosthet Dent, 2016, 116(2): 231-236.
- [9] Koralakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry[J]. J Clin Diagn Res, 2014. 8(7): 25-28.
- [10] Kalman L, Chrapka J, Joseph Y. Digitizing the facebow: a clinician/technician communication tool[J]. Int J Prosthodont, 2016, 29(1): 35-37.
- [11] Solaberrieta E, Otegi JR, Mínguez R, et al. Improved digital transfer of the maxillary cast to a virtual articulator[J]. J Prosthet Dent, 2014, 112(4): 921-924.
- [12] Koralakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry[J]. J Clin Diagn Res, 2014. 8(7): ZE25-ZE28.
- [13] Prithviraj DR, Bhalla HK, Vashisht R, et al. Revolutionizing restorative dentistry: an overview[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2014, 14(4): 333-343.
- [14] Carey JP, Craig M, Kerstein RB, et al. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area[J]. Open Dent J, 2007, 1: 1-7.
- [15] Solaberrieta E, Garmendia A, Mínguez R, et al. Virtual facebow technique[J]. J Prosthet Dent, 2015, 114(6): 751-755.

(编辑 张琳, 黄元瑾)