

数字化修复结合牙周手术解决复杂前牙美学缺陷

李 峥¹, 柳玉树¹, 叶红强¹, 刘云松^{1△}, 胡文杰^{2△}, 周永胜¹

(北京大学口腔医学院·口腔医院, 1. 修复科; 2. 牙周科 口腔数字化医疗技术和材料国家工程实验室 口腔数字医学北京市重点实验室, 北京 100081)

[摘要] **目的:** 针对伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙美学缺陷病例, 探索一种全程数字化修复的治疗流程, 为解决复杂前牙美学诊疗问题提供新思路。**方法:** 选取复杂前牙美学缺陷的患者 12 例, 通过口内和面部三维扫描获取牙列和面部三维数据并进行配准, 在计算机辅助设计 (computer-aided design, CAD) 软件中进行两种美学设计 (仅考虑“白色美学”、综合考虑“粉白美学”), 结合数码摄影得到相应的彩色三维数字化修复效果模拟图。以患者评分为标准评价两种美学设计, 并由患者自主选择, 针对选择后一种设计的患者, 三维打印其诊断模型并制作导板指导牙周手术, 后续采用数字化方法完成前牙美学修复。**结果:** 患者针对基于口内和面部三维扫描及数码摄影的两种数字化美学设计进行评价, 综合考虑“粉白美学”设计的患者满意度更高 ($P < 0.05$), 且更多患者 (66.7%) 选择牙周手术改善软组织形态后再行修复; 将该设计通过三维打印制作诊断模型及导板指导牙周手术, 实现了数字化设计向最终手术效果的转移; 后续数字化方法制作最终修复体, 实现全程数字化。**结论:** 通过数字化美学分析和设计, 修复效果预测, 三维打印诊断模型制作导板指导牙周手术, 并用数字化方法完成前牙美学修复诊疗流程的方法可行, 临床显著提高医生、患者、技师相互间的沟通效率, 体现了多学科联合治疗复杂前牙美学诊疗问题的优势。

[关键词] 计算机辅助设计; 数字化; 白色美学, 粉白美学; 牙周手术

[中图分类号] R781.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2017)01-0071-05

doi:10.3969/j.issn.1671-167X.2017.01.012

Diagnosis and treatment of complicated anterior teeth esthetic defects by combination of whole-process digital esthetic rehabilitation with periodontic surgery

LI Zheng¹, LIU Yu-shu¹, YE Hong-qiang¹, LIU Yun-song^{1△}, HU Wen-jie^{2△}, ZHOU Yong-sheng¹

(1. Department of Prosthodontics; 2. Department of Periodontics, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT Objective: To explore a new method of whole-process digital esthetic prosthodontic rehabilitation combined with periodontic surgery for complicated anterior teeth esthetic defects accompanied by soft tissue morphology, to provide an alternative choice for solving this problem under the guidance of three-dimensional (3D) printing digital dental model and surgical guide, thus completing periodontic surgery and digital esthetic rehabilitation of anterior teeth. **Methods:** In this study, 12 patients with complicated esthetic problems accompanied by soft tissue morphology in their anterior teeth were included. The dentition and facial images were obtained by intra-oral scanning and three-dimensional (3D) facial scanning and then calibrated. Two esthetic designs and prosthodontic outcome predictions were created by computer aided design /computer aided manufacturing (CAD/CAM) software combined with digital photography, including consideration of white esthetics and comprehensive consideration of pink-white esthetics. The predictive design of prostheses and the facial appearances of the two designs were evaluated by the patients. If the patients chose the design of comprehensive consideration of pink-white esthetics, they would choose whether they would receive periodontic surgery before esthetic rehabilitation. The dentition design cast of those who chose periodontic surgery would be 3D printed for the guide of periodontic surgery accordingly. **Results:** In light of the two digital designs based on intra-oral scanning, facing scanning and digital photography, the satisfaction rate of the patients was significantly higher for the comprehensive consideration of pink-white esthetic design ($P < 0.05$) and more patients tended to choose periodontic surgery before esthetic rehabilitation. The 3D printed digital dental model and surgical guide provided significant instructions for periodontic surgery, and achieved success transfer from digital design to clinical application. The prostheses were fabricated by CAD/CAM, thus realizing the whole-process digi-

基金项目: 北京市科学技术委员会首都临床特色应用研究项目 (Z141107002514158) 和北京大学口腔医院新技术新疗法项目 (PKUSSNCT-15B09) 资助 Supported by the Capital Clinical Characteristics Application of Research Program of Beijing Municipal Commission of Science and Technology (Z141107002514158), and the New Medical Technology Program of Peking University Hospital of Stomatology (PKUSSNCT-15B09)

△ Corresponding author's e-mail, kqliuyunsong@163.com, huwenjie@pkuss.bjmu.edu.cn

网络出版时间:2016-12-29 10:16:10 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20161229.1016.044.html>

tal esthetic rehabilitation. **Conclusion:** The new method for esthetic rehabilitation of complicated anterior teeth esthetic defects accompanied by soft tissue morphology, including patient-involved digital esthetic analysis, design, esthetic outcome prediction, 3D printing surgical guide for periodontic surgery and digital fabrication is a practical technology. This method is useful for improvement of clinical communication efficiency between doctor-patient, doctor-technician and doctors from different departments, and is conducive to multidisciplinary treatment of this complicated anterior teeth esthetic problem.

KEY WORDS Computer-aided design; Digital; White esthetics, Pink-white esthetics; Periodontic surgery

近年来人们对前牙美学修复效果的期望不断提高,仅关注牙冠颜色、形态及部分排列,即“白色美学”(white esthetics)已远远不够,追求“粉白美学”(pink-white esthetics)综合治疗效果,即微笑所呈现的唇、齿、龈三者协调关系才是前牙美学修复的理想境界^[1],尤其对于伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙美学诊疗问题,临床上迫切需要修复、牙周等多学科联合治疗方能获得理想效果。由于审美认知存在主观差异性,术前进行美学分析和设计,预测和评价修复效果十分重要。近年来,数字化方法迅速发展和口腔医学的深度结合,使之不但成为口腔美学治疗的重要一环,而且成为各科医师、医患之间沟通的良好载体。本研究旨在应用口内数码摄影技术结合口内扫描、面部三维扫描方法完整获取患者颌面部美学相关信息,利用数字化方法进行美学分析及两种美学设计(仅考虑“白色美学”、综合考虑“粉白美学”),并分别进行修复效果预测,由患者评价及选择,获取患者针对不同方案的满意度;针对选择后者的患者,根据数字化美学设计方案,三维打印其诊断模型,以及手术导板指导精准实施相关牙周手术改善软组织形态,建立与未来修复体协调的牙龈外形;后续采用数字化方法完成最终美学修复,为多学科联合治疗复杂前牙美学缺陷提供新思路。

1 资料与方法

1.1 病例资料

选择 2015 年 7 月至 2016 年 8 月就诊于北京大学口腔医院修复科,要求进行前牙美学修复的患者 12 名。纳入标准:以多颗前牙美观欠佳为因就诊,且伴有牙周软组织形态不良(包括牙龈曲线不协调、龈缘位置不对称、露龈笑等),要求采用瓷贴面或全瓷冠进行前牙美学修复,具备完全自主的行为能力和表达能力,能配合进行问卷调查。排除标准:不存在牙周软组织形态不良的问题,不具备完全自主行为能力和表达能力,不宜以固定修复方式进行前牙修复。本研究开始前经过北京大学口腔医院生物医学伦理委员会审查批准(PKUSSIRB-2015-23084),参与研究的患者均签署知情同

意书。

1.2 设备与软件

口内扫描仪(3Shape TRIOS)购自丹麦 3Shape 公司, CEREC Omnicam 口内扫描仪和三维面部扫描仪(FaceScan)购自德国 3DShape 公司,单镜头反光数码相机(CanonEOS 60D,配 EF 100 mm f/2.8 L IS USM 微距镜头,MR-14EX II 微距环形闪光灯)购自日本 Canon 公司,计算机(CPU Intel CoreTM i73770,内存 8 G,GPU NVIDIA GeForce GT 630,显存 2 G)购自美国 Dell 公司,三维打印机 Perfactory DDP 购自德国 Envision TEC GmbH 公司。研究所用软件 3Shape Dental System 2015 为丹麦 3Shape 公司产品,Geomagic Studio 2013 为德国 Geomagic 公司产品,Adobe Photoshop CC 2014 为美国 Adobe 公司产品,IBM SPSS Statistics 20 为美国 IBM 公司产品。

1.3 临床过程

1.3.1 数字化三维数据收集和整合

对 12 名患者按照美国美容牙科协会(American Academy of Cosmetic Dentistry, AACD)病例摄影要求采集临床照片,并采用口内扫描获取牙列及牙龈三维数据,采用面部三维扫描仪获取面部三维数据。采用本课题组既往相关研究所建立的方法^[2],将上述 3 种数据进行整合,获得微笑状态下面部软组织和牙列的三维数字模型,完成修复前患者唇、齿、龈关系的三维记录。

1.3.2 数字化美学分析与美学设计

对患者的前牙美学问题进行综合分析,“白色美学”方面,分析静息时上颌中切牙在唇下的暴露量、微笑时上前牙切端连线与下唇曲线的关系、上中切牙牙冠宽长比及上前牙正面观宽度比等^[3-6];“粉色美学”方面,分析上前牙龈缘水平位置的高低/对称程度、龈乳头高度及微笑时牙龈显露程度等^[7-9]。在单纯美学修复原则和“粉白美学”设计原则指导下^[10],应用 3Shape 软件中的临时冠模式设计修复体。分别对患者进行两种美学设计:仅考虑“白色美学”及综合考虑“粉白美学”,得到两组三维牙列图像,并将其与患者微笑时面部软组织图像配准(方法同前),分别采用两种设计方案获得患者修复

后各自三维唇、齿、龈面部效果模拟图。

1.3.3 患者满意度评价及治疗方案选择

向患者展示两种数字化美学设计的三维牙列图和三维面部效果图,并阐述具体治疗方法,以调查问卷的方法分别记录患者对两种美学设计的满意程度,按 A(效果良好)、B(可以接受)、C(效果不佳)3个等级进行评分,并由患者自主选择治疗方案,采用 IBM SPSS 20.0 软件进行统计学分析。本研究的统计量为配对试验设计的计数资料,因此采用 McNemar-Bowker 检验,双侧检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

1.3.4 牙周手术及修复过程

选择方案二(即综合考虑“粉白美学”设计)的患者将接受修复前牙周手术,改善不良牙龈形态,使之与未来修复体协调。其治疗过程如下:

1.3.4.1 牙周手术 牙周手术准备包括,将三维牙列治疗效果模型通过三维打印机加工成诊断模型并打印手术导板,术前应按照牙周治疗的原则尽可能消除牙龈炎症,根据“生物学宽度”原则^[11]及“粉白美学”设计原则^[12]实施手术,手术要点如下:(1)切口设计:根据手术导板精准定位手术切口,确保术后龈缘与邻牙相协调,做内斜切口,彻底刮治平整根面,针对解决露龈笑的前牙美学牙冠延长术,术后龈缘应与上唇的笑线基本一致;(2)骨成形:翻开龈瓣后,利用手术导板再次指示,兼顾中切牙、侧切牙、尖牙的牙龈协调关系后,进行准确的骨切除和骨成形,另外,前牙区域骨处理要协调好唇侧和邻间骨嵴顶高度关系,同时,前牙根间纵沟应符合生理外形,使未来附着其上的牙龈表面与牙齿长轴成 45° 角,以利于菌斑的自我清洁;(3)龈瓣处理:骨处理后应将龈瓣复位观察,并做适当的修整使龈瓣厚度适宜,通常采用牙间间断缝合法将龈瓣复位于牙槽嵴顶水平,必要时可配合水平或垂直褥式缝合,牙周塞治剂塞治,维持龈瓣稳定^[12],术后 1 周拆线,维护口腔卫生。

1.3.4.2 修复过程 牙周手术 4 周后进行初步基牙预备,应用三维打印的诊断模型三维打印制作临时冠,根据龈乳头生长情况及牙龈位置,结合患者的要求和建议多次调整临时冠,直到修复效果满意;12 周时,组织充分愈合、龈缘位置基本稳定,精修,聚醚橡胶取模,灌注硬石膏模型,用 CAD/CAM 系统(CEREC, Sirona 公司,德国)扫描工作模型及修复效果满意的临时冠外形,使用 Biogenic Copy 设计模式完全复制临时冠形态作为最终修复体设计,用 Ivoclar e. max CAD 瓷块加工出全瓷修复体,临床试

戴,粘接;长期随访修复效果。

2 结果

2.1 两种数字化美学设计的评价结果

患者对两种美学设计的评价见表 1,经过统计分析发现,患者对综合考虑“粉白美学”的设计满意度更高($P < 0.05$)。选择修复前牙周手术改善软组织形态的患者有 8 位,4 位患者因时间、费用等综合因素选择暂不解决“粉色美学”缺陷。

表 1 患者对两种数字化美学设计的效果评价

Table 1 Evaluation of 3D digital dental design (consideration of white esthetics/comprehensive consideration of white-pink esthetics)

3D digital dental model (consideration of white esthetics)	3D digital dental model (comprehensive consideration of white-pink esthetics)			Total
	A	B	C	
A	1	0	0	1
B	3	1	0	4
C	5	1	1	7
Total	9	2	1	12

A, good; B, acceptable; C, poor; 3D, 3-dimensional.

2.2 典型病例

患者,女,34 岁,十年前于外院行上前牙烤瓷熔附金属全冠修复,2015 年 9 月修复体脱落,于外院制作临时冠,未粘接,牙龈红肿,上前牙牙龈曲线不协调,左、右上前牙龈缘位置不对称(图 1)。2015 年 10 月以“上颌前牙牙冠及牙龈美观欠佳”为主诉,于北京大学口腔医院修复科就诊,检查发现右上中切牙残冠,牙体组织大面积缺损,断面位于龈上约 1 mm;左上中切牙、侧切牙预备体外形可见树脂充填物,临时冠边缘不密合,可探及悬突,右上侧切牙树脂贴面,临床冠较短。按照前述方法对患者进行口内扫描和口内数码摄影,以及面部三维扫描,将牙列数据和面部扫描数据配准、整合后,得到微笑状态下面部软组织和牙列的三维数字模型(图 2)。

在 3Shape Dental System 2015 软件中进行美学分析,并参照前牙美学参数及“粉白美学”设计原则^[10, 13],提供仅考虑“白色美学”(方案一,图 3、4)及考虑“粉白美学”(方案二,图 5、6)的修复方案。向患者展示美学分析示意图及两种修复方案的对应虚拟预测效果图,患者在评价两种方案后选择方案二,即修复前牙周手术矫正牙周软组织形态不良,再行美学修复。将方案二的数字化三维牙列通过三维打印加工成诊断模型,再次对修复方案进行沟通和确认(图 7),同时三维打印牙周手术导板指导上前

牙美学牙冠延长术(图8)。利用三维打印的手术导板精准控制手术切口(图9),手术过程如1.3.4所述(图10),术后4周,牙龈形态逐渐恢复中(图11),利用上述诊断模型口内翻制临时冠并不断调整至效果满意,术后16周,牙龈形态及边缘基本稳定(图12),修复科精修预备、排龈(图13)、取印模,

用前述方法完全复制临时冠外形至最终修复体,并在合架上利用个性化切导盘进一步精细调整咬合,戴冠(图14、15),效果与考虑“粉白美学”的设计(图6)预测基本一致,1个月复查,牙龈健康、稳定,牙龈曲线协调,龈缘位置对称,软组织形态与修复体协调自然(图16)。



图1 修复前临时冠 图2 修复前面部软组织及三维牙列数字模型 图3 仅考虑“白色美学”的数字化三维牙列像预测
 图4 仅考虑“白色美学”的面像预测 图5 综合考虑“粉白美学”的数字化三维牙列像预测 图6 综合考虑“粉白美学”的面像预测
 图7 三维打印的数字化三维牙列模型 图8 三维打印的数字化手术导板 图9 导板指示前牙美学牙冠延长术
 图10 唇侧牙槽骨切除和修整 图11 术后4周牙列像 图12 术后16周牙列像 图13 排龈
 图14 修复后牙列像 图15 修复后微笑像 图16 修复后1个月牙列像

Figure 1 Temporary prosthodontics before treatment Figure 2 Facial appearance and 3D dental image before treatment
 Figure 3 Digital design of anterior teeth (consideration of white esthetics) Figure 4 Digital prediction of facial appearance (consideration of white esthetics)
 Figure 5 Digital design of anterior teeth (comprehensive consideration of pink-white esthetics) Figure 6 Digital prediction of facial appearance
 Figure 7 3D-printed digital dental model Figure 8 3D-printed surgical guide
 Figure 9 Esthetic crown-lengthening surgery under guidance of surgical guide Figure 10 Trimming of labial alveolar bone
 Figure 11 Dental image 4 weeks after surgery Figure 12 Dental image 16 weeks after surgery Figure 13 Gingival displacement
 Figure 14 Anterior teeth after treatment Figure 15 Facial appearance after treatment Figure 16 Anterior teeth 1 month after treatment

3 讨论

近年来,患者对口腔治疗的诉求不仅止于恢复健康与功能,也越加注重美学效果。前牙区美学修复备受关注的焦点体现在是否达到唇、齿、龈的和谐统一^[14],单纯的“白色美学”,即牙冠的颜色、形态以及排列已不能完全满足患者需求,创造健康和正常的牙龈形态并使牙龈与临床牙冠形态协调自然,即达到“粉白美学”标准才是前牙美学修复的最高目标^[15]。对于伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙

美学缺陷患者,常有临床冠宽长比不良、牙龈曲线不协调、龈缘位置不对称、露龈笑等问题,单一学科已无法解决这些综合性问题及缺陷,势必需要修复、牙周等多学科联合治疗以获得理想的美学修复效果^[16]。

由于审美认知具有主观差异,术前进行美学分析、美学设计及修复效果预测对于修复质量的提升和医患纠纷的防范具有重要意义^[13],这些环节不仅需基于客观的美学设计原则,也要充分考虑患者的需求和评价,临床上常采用图像分析、诊断蜡型、诊

断饰面以及临时修复体等方法^[10],但仍存在明显不足,例如操作费时费力、不易调改等,尤其对于伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙病例,传统方法信息量有限,难以再现唇、齿、龈关系,无法准确预测修复后效果。随着数字化口腔技术的发展,CAD/CAM (computer aided design /computer aided manufacturing) 系统应用日益深入,已能获取完整的美学信息并进行全面的美学缺陷分析,以及较为复杂的三维美学设计、修复效果预测和修复体制作,省略制取研究模型、雕刻诊断蜡型等过程,节约资源,有益环保,并有效提高患者舒适度和诊疗效率。

本课题组曾将口内三维牙列数据和面部扫描的三维数据进行配准和整合,对前牙美学修复的数字化设计、美学预测和计算机辅助修复体制作的全程数字化修复做了初步探索^[13],后续研究中又构建了三维彩色数字牙列模型,提升了数字化美学设计的仿真效果,完善了美学预测的流程^[2]。本研究在前述方法和诊疗流程探索的基础上,针对伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙美学缺陷问题,采用该方法获取患者唇、齿、龈三维关系的彩色数字模型,直观、清晰、具体地展示患者存在的美学缺陷,通过两种设计方案对仅考虑“白色美学”及综合考虑“粉白美学”的不同修复效果做出了预测,并让患者评价及选择,统计结果表明,患者对后一种方案的满意度更高,更多的患者选择了牙周手术改善软组织形态后,再行美学修复,这也说明,越来越多的患者意识到唇、齿、龈三者健康、协调、自然的关系对美学修复效果的重要性。

数字化美学分析和设计不仅利于医患沟通,也是多学科医师之间交流沟通的理想载体,数字化美学设计所产生的三维打印手术导板就是一个体现,其作为牙周手术精准实施的重要手段,将最初美学设计的方案和要求,延伸并贯穿于牙周软硬组织处理过程。本研究根据综合考虑“粉白美学”三维打印的手术导板可指导牙周医生精确控制软硬组织的切除量,从而恢复理想的牙龈形态、龈缘位置及协调的牙龈线,实现了数字化设计向最终手术效果的转移,为后续实施理想的美学修复打下坚实基础。典型病例所示的上前牙美学牙冠延长术在三维打印的手术导板精准指示下,纠正了上前牙牙龈不协调和不对称,最终达到改善牙龈形、线、点的美学要求,获得较好的“粉色美学”效果。在软组织形态改善基础上,数字化方法将美学设计方案落实到最终的修复体上,实现了数字化美学分析、美学设计、修复效

果预测和计算机辅助修复体制作的全程数字化,并获得最终“粉白美学”的良好效果。

综上所述,全程数字化修复方法既改良了传统美学分析方法,又满足了患者个性化的美学需求,而且能直观地展现给患者可预期的“粉白美学”效果,并指导临床操作,为多学科联合解决伴有牙周软组织形态不良的复杂前牙美学诊疗问题提供了新思路,开辟了新途径。诚然,限于当前的条件,如三维打印诊断模型和手术导板的成本较高,尚需寻找更经济实用的打印材料,改善打印工艺,不断优化诊疗流程,以更广泛地将全程数字化修复应用于临床。

参考文献

- [1] 乐迪,胡文杰,张豪. 牙冠延长术结合修复治疗诱导上前牙龈乳头生长1例[J]. 北京大学学报(医学版), 2013, 45(2): 312-315.
- [2] 叶红强,柳玉树,刘云松,等. 口内数码摄影辅助构建三维彩色数字牙列模型[J]. 北京大学学报(医学版), 2016, 48(1): 138-142.
- [3] Pimentel W, Teixeira M L, Costa PP, et al. Predictable outcomes with porcelain laminate veneers: a clinical report [J]. J Prosthodont, 2016, 25(4): 335-340.
- [4] Witt M, Flores-Mir C. Laypeople's preferences regarding frontal dentofacial esthetics: tooth-related factors[J]. J Am Dent Assoc, 2011, 142(6): 635-645.
- [5] Patel JR, Prajapati P, Sethuraman R, et al. A comparative evaluation of effect of upper lip length, age and sex on amount of exposure of maxillary anterior teeth[J]. J Contemp Dent Pract, 2011, 12(1): 24-29.
- [6] Misch CE. Guidelines for maxillary incisal edge position: the key is the canine[J]. J Prosthodont, 2008, 17(2): 130-134.
- [7] Passia N, Blatz M, Strub JR. Is the smile line a valid parameter for esthetic evaluation? A systematic literature review[J]. Eur J Esthet Dent, 2011, 6(3): 314-327.
- [8] Cotrim ER, Vasconcelos JA, Haddad AC, et al. Perception of adults' smile esthetics among orthodontists, clinicians and laypeople[J]. Dental Press J Orthod, 2015, 20(1): 40-44.
- [9] Ioi H, Kang S, Shimomura T, et al. Effects of vertical positions of anterior teeth on smile esthetics in Japanese and Korean orthodontists and orthodontic patients[J]. J Esthet Restor Dent, 2013, 25(4): 274-282.
- [10] 谭建国. 牙齿美学修复的美学分析与设计[J]. 中国实用口腔科杂志, 2011, 4(8): 449-450.
- [11] Gargiulo A. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans[J]. J Periodontol, 1961, 32(3): 261-267.
- [12] 胡文杰. 牙周治疗技术和口腔临床美学[J]. 中国实用口腔科杂志, 2009, 2(4): 207-211.
- [13] 刘云松,叶红强,谷明,等. 患者参与的数字化设计在前牙美学修复中的应用[J]. 北京大学学报(医学版), 2014, 46(1): 90-94.
- [14] 王浩杰,徐涛,胡文杰,等. 牙周膜龈手术结合冠修复重建缺失龈乳头(附1例报告)[J]. 中国实用口腔科杂志, 2015, 8(10): 596-600.
- [15] 胡文杰,彭东,张豪. 前牙美学修复改善露龈笑[J]. 中华口腔医学杂志, 2007, 42(11): 698-700.
- [16] 张豪,彭东,王乔,等. 前牙美学修复牙冠延长和前导转移[J]. 中华口腔医学杂志, 2007, 42(12): 760-762.

(2016-10-10 收稿)
(本文编辑:王 蕾)