

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.23.025

基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术 在上前牙美学修复中的应用

朱巧彬

(黄骅市人民医院口腔科, 河北 黄骅 061100)

[摘要]目的 探讨基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术在上前牙美学修复中的应用效果。方法 选取2022年1月-2023年6月于我院口腔科就诊的50例上前牙美学修复患者,按照随机数字表法分为对照组($n=25$)与试验组($n=25$)。对照组采用传统诊断蜡型与常规肩台预备技术,试验组采用基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术,比较两组满意度、修复体边缘适合性、牙周健康情况、诊疗相关指标及修复体USPHS评级。结果 试验组美学效果、舒适度、咀嚼功能满意度评分及总满意度评分高于对照组($P<0.05$);试验组BOP阳性率低于对照组,边缘适合性、总诊疗周期、医患沟通次数低于对照组($P<0.05$);试验组修复体USPHS评级A级占比(100.00%)高于对照组(72.00%)($P<0.05$)。结论 基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术是一种精准、可预测且高效的上前牙美学修复方法,能提升修复效果、患者满意度及诊疗效率,建立健康的修复体-牙周界面创造有利条件。

[关键词] 面部美学协调理念; 数字化微笑设计; 数字化BOPT导板技术; 上前牙美学修复

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)23-0099-04

Application of Digital Smile Design Based on Facial Aesthetic Coordination Concept Combined with Digital BOPT Guide Plate Technology in Aesthetic Restoration of Maxillary Anterior Teeth

ZHU Qiaobin

(Department of Stomatology, Huanghua Municipal People's Hospital, Huanghua 061100, Hebei, China)

[Abstract]Objective To explore the application effect of digital smile design based on facial aesthetic coordination concept combined with digital BOPT guide plate technology in aesthetic restoration of maxillary anterior teeth. **Methods** A total of 50 patients undergoing aesthetic restoration of maxillary anterior teeth who visited the Department of Stomatology of our hospital from January 2022 to June 2023 were selected, and they were divided into the control group ($n=25$) and the experimental group ($n=25$) by the random number table method. The control group adopted traditional diagnostic wax pattern and conventional shoulder preparation technology, and the experimental group adopted digital smile design based on facial aesthetic coordination concept combined with digital BOPT guide plate technology. The satisfaction, restoration marginal adaptation, periodontal health status, diagnosis and treatment-related indicators and restoration USPHS grade were compared between the two groups. **Results** The satisfaction scores of aesthetic effect, comfort, masticatory function and total satisfaction score of the experimental group were higher than those of the control group ($P<0.05$). The BOP positive rate of the experimental group was lower than that of the control group, and the marginal adaptation, total diagnosis and treatment cycle, and doctor-patient communication times were lower than those of the control group ($P<0.05$). The proportion of grade A of USPHS restoration evaluation in the experimental group (100.00%) was higher than that in the control group (72.00%) ($P<0.05$). **Conclusion** The digital smile design based on facial aesthetic coordination concept combined with digital BOPT guide plate technology is a precise, predictable and efficient method for aesthetic

restoration of maxillary anterior teeth. It can improve the restoration effect, patient satisfaction and diagnosis and treatment efficiency, and create favorable conditions for establishing a healthy restoration-periodontal interface.

[Key words] Facial aesthetic coordination concept; Digital smile design; Digital BOPT guide plate technology; Aesthetic restoration of maxillary anterior teeth

上前牙美学缺陷 (aesthetic defect of maxillary anterior teeth) 为口腔临床中常见的问题, 牙冠过短、根冠比例失调、露龈笑等症状不仅影响患者部分口腔功能, 还会破坏牙齿美观、加重心理负担, 因此患者对上前牙美学修复的需求已从单纯的功能恢复转变为对自然、和谐、个性化美学效果的追求^[1-3]。该修复过程需兼顾红白美学、面部协调性及牙周组织健康等多维度因素, 而传统修复方法依赖医生经验与肉眼观察, 具有较强主观性与不可预测性。数字化微笑设计 (DSD) 通过口内扫描与软件分析, 将美学设计数字化、可视化, 实现医患间高效沟通^[4]; BOPT技术则提供了一种通过导板进行精准、可控的牙体预备方法^[5]。面部美学协调概念强调修复体与患者面部轮廓、个性特征及情感表达的协同性, 是连接牙齿美学与面部整体美学的关键纽带^[6], 其核心在于通过修复体设计优化面下1/3比例, 实现笑容与面部形态的自然融合。本研究将DSD的可视化设计、面部美学协调的整体考量与BOPT导板的精准执行相结合, 探讨基于面部美学协调理念的DSD联合数字化BOPT导板技术在上前牙美学修复中的应用效果, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月-2023年6月于黄骅市人民医院口腔科就诊的50例上前牙美学修复患者, 采用随机数字表法分为对照组与试验组, 每组25例。对照组男13例, 女12例; 年龄22~50岁, 平均年龄 (33.2 ± 7.10) 岁; 疾病类型: 氟斑牙8例, 四环素牙6例, 牙体缺损7例, 牙间隙过大4例。试验组男14例, 女11例; 年龄20~48岁, 平均年龄 (32.6 ± 6.80) 岁; 疾病类型: 氟斑牙9例, 四环素牙7例, 牙体缺损6例, 牙间隙过大3例。两组性别、年龄及疾病类型比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。所有患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄18~50岁; 上前牙因氟斑牙、四环素牙、牙体缺损或间隙过大需行全瓷冠或贴面修复; 牙周健康, 无严重骨

缺损。排除标准: 严重咬合紊乱; 妊娠或哺乳期女性; 有精神疾病或沟通障碍; 未完成随访者。

1.3 方法 两组最终修复体均采用氧化锆全瓷材料 (3M Lava Plus), 由同一家具备ISO 13485认证的技工中心制作, 确保修复材质一致性。

1.3.1 对照组 采用传统诊断蜡型与常规肩台预备技术: ①术前准备: 常规口腔检查, 拍摄根尖片及全口曲面断层片, 评估牙体组织量; ②传统美学分析与诊断蜡型制作: 使用加聚型硅橡胶 (3M ESPE Express XT) 制取牙列印模, 灌注超硬石膏模型 (Kerr Kalrock); 由同一名具备10年以上经验的技师在石膏模型上制作诊断蜡型, 参考邻牙形态与颜色确定修复体轮廓, 制作完成后口内试戴, 确认咬合与美学效果; ③常规肩台牙体预备: 依据蜡型翻制的硅橡胶导板进行手动预备, 采用常规肩台设计: 颊侧肩台宽度1.0 mm, 邻面及舌侧0.8 mm, 边缘位于龈下0.5 mm, 轴壁聚合度 $10^\circ \sim 15^\circ$; ④临时修复与最终修复: 采用自凝树脂在预备牙上直接制作临时冠, 2周后取终印模, 送同一技工中心制作氧化锆全瓷修复体, 戴入时调整咬合 (咬合纸标记, 确保正中咬合无早接触), 采用树脂粘接剂 (3M RelyX Ultimate) 永久粘接。

1.3.2 试验组 采用基于面部美学协调理念的DSD+数字化BOPT导板技术: ①术前数据采集: 使用口内扫描仪 (3Shape TRIOS 3) 获取患者牙列、软组织数字模型, 拍摄患者自然微笑、大笑、正面及侧面像照片 (Canon EOS R5), 确保照片光线均匀、面部无遮挡; ②基于面部美学协调理念的DSD: 将数字模型与照片导入DSD专用软件 (Cerec DSD Design 4.0) 与Adobe Photoshop 2023 (美国Adobe公司), 以面部中线、瞳孔连线、口角连线为参考, 虚拟设计牙冠长度 (参考面下1/3高度)、宽度 (长宽比 $1: 1.2 \sim 1: 1.5$)、颜色 (VITA Easyshade V 测量, $\Delta E < 2.0$) 及牙龈轮廓线, 生成“数字微笑”效果图; 同时遵循面部美学协调理念, 结合患者脸型、唇厚及个性需求调整牙列曲线与唇部支撑度, 确保修复后笑容与面部整体和谐, 与患者共同确认预期效果; ③数字

化BOPT导板技术：基于BOPT理念进行虚拟牙体预备，基于确认的DSD设计，在CAD软件（Exocad DentalCAD 3.0）中进行虚拟预备，遵循BOPT理念，将修复体边缘设计在龈上0.5 mm或平齐牙龈，预备体轴壁聚合度 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，预留牙体与修复体间100~150 μm 的“生物空间”，避免侵犯牙周生物学宽度；数字化导板制作与应用：将虚拟预备后的数据导入3D打印机（Formlabs Form 3），使用牙科专用树脂（Formlabs Dental LT Clear Resin）打印含切端引导、深度引导（标记预备深度1.0~1.5 mm）和轴向引导的全程导板；临床操作时，将导板固定于患牙，使用超声骨刀（EMS Piezotome III）沿导板引导槽进行牙体预备，确保实际预备形态与虚拟设计一致；临时修复与最终修复：利用导板制作临时冠（GC Tempo 自凝树脂），引导牙龈塑形；2~4周后牙龈稳定，再次口内扫描取终印模，制作氧化锆全瓷修复体，戴入与粘接方法同对照组。

1.4 观察指标

1.4.1评估两组满意度 采用0~10分视觉模拟量表（VAS评分），患者对美学效果（如颜色匹配、牙列曲线）、舒适度（如无异物感、咬合舒适）、咀嚼功能（如咀嚼食物无酸痛）分别评分，计算平均分作为总满意度。

1.4.2评估两组修复体边缘适合性、牙周健康情况、诊疗相关指标 修复体边缘适合性使用扫描电镜（Zeiss EVO MA10）测量修复体边缘间隙，每颗牙测量颊、舌、近中、远中4个位点，取平均值。使用牙周探针（Hu-Friedy PCP-UNC 15）探

诊（力度20~25 g），记录牙龈探诊出血（BOP）阳性率。统计总诊疗周期及医患沟通次数。

1.4.3记录两组修复体USPHS评级 A级：边缘适合性 $\leq 50 \mu\text{m}$ ，颜色匹配（ $\Delta E < 2.0$ ），表面光滑无划痕，无继发龋，牙龈无红肿出血；B级：边缘适合性51~100 μm ，颜色匹配（ $\Delta E = 2.0 \sim 3.5$ ），表面轻微粗糙，无继发龋，牙龈轻微红肿；C级：边缘适合性 $> 100 \mu\text{m}$ ，颜色明显不匹配（ $\Delta E > 3.5$ ），表面有裂纹，继发龋或牙龈明显炎症。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，行 t 检验；计数资料以[n（%）]表示，行 χ^2 检验； $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组满意度比较 试验组美学效果、舒适度、咀嚼功能满意度评分及总满意度评分高于对照组（ $P < 0.05$ ），见表1。

2.2 两组修复体边缘适合性、牙周健康情况、诊疗相关指标比较 试验组BOP阳性率低于对照组，边缘适合性、总诊疗周期、医患沟通次数低于对照组（ $P < 0.05$ ），见表2。

2.3 两组修复体USPHS评级比较 对照组修复体USPHS评级A级18例，B级7例，A级占比为72.00%（18/25）；试验组修复体USPHS评级A级共25例，占比为100.00%（25/25）。试验组修复体USPHS评级A级占比高于对照组（ $\chi^2 = 8.333$ ， $P = 0.004$ ）。

表1 两组满意度比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

组别	<i>n</i>	美学效果	舒适度	咀嚼功能	总满意度
试验组	25	9.45 ± 0.42	9.38 ± 0.45	9.32 ± 0.48	9.40 ± 0.50
对照组	25	8.05 ± 1.15	8.12 ± 1.18	8.10 ± 1.22	8.10 ± 1.20
<i>t</i>		5.678	5.432	5.219	5.891
<i>P</i>		0.001	0.001	0.001	0.001

表2 两组修复体边缘适合性、牙周健康情况、诊疗相关指标比较 [n（%）， $\bar{x} \pm s$]

组别	<i>n</i>	BOP 阳性率	边缘适合性（ μm ）	总诊疗周期（d）	医患沟通次数（次）
试验组	25	2（8.00）	52.30 ± 15.60	28.50 ± 3.20	1.20 ± 0.40
对照组	25	6（24.00）	78.90 ± 22.40	45.60 ± 5.80	2.80 ± 0.90
统计值		$\chi^2 = 4.167$	$t = 4.857$	$t = 12.905$	$t = 8.122$
<i>P</i>		0.041	0.001	0.001	0.001

3 讨论

上前牙美学修复患者需求已从单纯的功能恢复转向“生物-美学-功能”一体化需求,传统修复技术因依赖医生主观经验,存在美学效果不可预测、牙周损伤风险较高及诊疗效率不足等问题^[7]。数字化技术的发展为解决上述问题提供了可能,其中DSD实现了美学设计的可视化,BOPT技术优化了牙体预备的生物学相容性,而面部美学协调理念则可填补牙齿美学与面部整体美学的衔接空白^[8-10]。与传统诊断蜡型与常规肩台预备技术相比,DSD、面部美学协调概念与BOPT导板技术整合有助于降低对医生个人经验和手感的依赖,提高了修复的可预测性和成功率^[11, 12]。

本研究结果显示,试验组BOP阳性率低于对照组,边缘适合性、总诊疗周期、医患沟通次数低于对照组($P<0.05$);试验组修复体USPHS评级A级占比(100.00%)高于对照组(72.00%)($P<0.05$)。分析原因在于,DSD的可视化设计减少医患沟通成本,故试验组医患沟通次数少于对照组;BOPT导板可实现精准牙体预备,其“生物空间”设计能避开龈下边缘,减少对牙周膜的刺激,从而有效保护牙周健康,降低BOP阳性率;而对照组采用的龈下肩台预备方式,易导致菌斑堆积,进而引发牙龈炎症,影响修复效果^[13-15]。本研究中试验组美学效果、舒适度、咀嚼功能满意度评分及总满意度评分高于对照组($P<0.05$)。分析原因在于,基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术设计时兼顾面部特征与个性需求,可结合面部特征调整修复体形态,进而促进提升整体美观度及患者满意度。

综上所述,基于面部美学协调理念的数字化微笑设计联合数字化BOPT导板技术是一种精准、可预测且高效的上前牙美学修复方法,能提升修复效果、患者满意度及诊疗效率,建立健康的修复体-牙周界面创造有利条件。

【参考文献】

- [1]Coachman C,Calamita M.Digital Smile Design:A Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry[J].QDT,2012,35:103.
- [2]Gurel G,Morimoto S,Calamita MA,et al.Clinical performance of porcelain laminate veneers:outcomes of the aesthetic pre-evaluative temporary (APT) technique[J].Int J Periodontics Restorative Dent,2012,32(6):625-635.
- [3]Loi I,Di Felice A.Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT):A New Approach for Prosthetic Restoration of Periodontically Healthy Teeth[J].Eur J Esthet Dent,2013,8(1):10-23.
- [4]Mangani F,Marini S,Barabanti N,et al.The use of the biologically oriented preparation technique (BOPT) in implant prosthodontics[J].Int J Esthet Dent,2021,16(2):148-162.
- [5]马轩,徐婧秋.数字化微笑设计在前牙美学修复中的应用研究进展[J].中华口腔医学杂志,2021,56(5):500-505.
- [6]da Costa JB,Pelogia F,Hagedorn B,et al.Evaluation of different methods of optical impression making on the marginal gap of zirconia copings[J].J Prosthet Dent,2010,104(4):231-240.
- [7]马艳宁,金作林.口腔正畸与颌面部美学[J].华西口腔医学杂志,2023,41(6):628-634.
- [8]刘峰.口腔美学修复临床实战[M].北京:人民卫生出版社,2017.
- [9]Monaco C,Evangelisti E,Scotti R,et al.A fully digital approach to fabricate a lithium disilicate crown using 3D-printed guide[J].J Prosthodont Res,2021,65(1):110-115.
- [10]Joda T,Ferrari M,Gallucci GO,et al.Digital technology in fixed implant prosthodontics[J].Periodontol 2000,2017,73(1):178-192.
- [11]Garcia PP,da Costa RG,Calgaro M,et al.Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers[J].J Conserv Dent,2018,21(4):455-458.
- [12]Zarone F,Di Mauro MI,Ausiello P,et al.Current status on lithium disilicate and zirconia:a narrative review[J].BMC Oral Health,2019,19(1):134.
- [13]王义勇,陈吉华.生物导向预备技术(BOPT)在固定修复中的临床应用[J].华西口腔医学杂志,2018,36(3):329-333.
- [14]Andrea T,Giolanta LM,Roberto PR.Biologically Oriented Preparation Technique Through a Digital Workflow,a Case Report[J].J Esthet Restor Dent,2024,36(12):1657-1665.
- [15]陈晨,高磊,孙悦.数字化微笑设计(DSD)协同BOPT理念在复杂前牙美学重建中的序列治疗[J].实用口腔医学杂志,2024,40(1):78-83.

收稿日期: 2025-10-9 编辑: 刘雯