

• 临床病例 •

数字化技术在酸蚀症伴重度磨耗患者 功能美学缺陷修复中的应用 1 例

侯玮玮¹ 郑绪红² 陈晓玲³ 蔡蔚靓³ 王朝阳¹ 苏智伟¹ 赵鹃¹1. 浙江大学医学院附属口腔医院口腔修复科·浙江大学口腔医学院·浙江省口腔疾病
临床医学研究中心·浙江省口腔生物医学研究重点实验室·浙江大学癌症研究院·

口腔生物材料与器械浙江省工程研究中心, 杭州 310000;

2. 浙江大学医学院附属口腔医院口腔工艺科·浙江大学口腔医学院, 杭州 310000;

3. 浙江大学医学院附属口腔医院数字化中心·浙江大学口腔医学院, 杭州 310000

[摘要] 牙磨耗、磨损、酸蚀症等多因素导致的非龋性牙体缺损在口腔临床中的发病率呈上升趋势, 通常伴随着不同程度的口腔美学缺陷及功能障碍。对其进行全牙列固定修复咬合重建时, 不仅要恢复牙列的形态和美观, 更要实现咬合关系与整体颌系统的协调。本文报道 1 例酸蚀症伴重度磨耗的病例, 利用多模态数字化数据(口内扫描、面部扫描、电子面弓、下颌运动轨迹描记等)构建 4D 虚拟患者, 制定全面的修复方案, 进行不同牙齿的个性化微创修复, 采用唇贴面、颊贴面、贴面、高嵌体、嵌体、全冠等多种修复体, 完成数字化全牙列咬合重建治疗, 为该疾病的诊治提供可视化、可全程质控的全局观诊疗策略。

[关键词] 数字化技术; 酸蚀症; 磨牙症; 咬合重建

[中图分类号] R783 **[文献标志码]** B **[doi]** 10.7518/hxkq.2023.2023130



本文链接

开放科学标识码

Application of digital technology in the repair of functional and aesthetic defects in patients with acid erosion and severe attrition: a case report

Hou Weiwei¹, Zheng Xuhong², Chen Xiaoling³, Cai Weiliang³, Wang Chaoyang¹, Su Zhiwei¹, Zhao Juan¹

1. Dept. of Prosthodontics, Stomatology Hospital, School of Stomatology, Zhejiang University School of Medicine, Zhejiang Provincial Clinical Research Center for Oral Diseases, Key Laboratory of Oral Biomedical Research of Zhejiang Province, Cancer Center of Zhejiang University, Engineering Research Center of Oral Biomaterials and Devices of Zhejiang Province, Hangzhou 310000, China; 2. Dental Laboratory, Stomatology Hospital, School of Stomatology, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310000, China; 3. Dental Digital Center, Stomatology Hospital, School of Stomatology, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310000, China

Supported by: Zhejiang Provincial Medical and Health Science and Technology Program Young Innovative Talents Project (2022513451); Multidisciplinary Collaborative Diagnosis and Treatment Team Project of Stomatology Hospital Zhejiang University School of Medicine (RD2022DXKB02, RD2022DXKB01)

Correspondence: Zhao Juan, E-mail: zhaajuan@zju.edu.cn

[Abstract] Noncarious lesions, a multifactorial condition encompassing tooth attrition, abrasion, and erosion, have a surge in prevalence and required increased attention in clinical practice. These nonbacterial-associated tooth defects can compromise aesthetics, phonetics, and masticatory functions. When providing full-arch fixed occlusal rehabilitation for such cases, the treatment strategy should extend beyond by restoring dentition morphology

[收稿日期] 2023-04-21; **[修回日期]** 2023-08-13

[基金项目] 浙江省医药卫生科技计划青年创新人才项目(2022513-451); 浙江大学医学院附属口腔医院多学科疑难疾病协作诊疗团队项目(RD2022DXKB02, RD2022DXKB01)

[作者简介] 侯玮玮, 副主任医师, 博士, E-mail: 7311009@zju.edu.cn

[通信作者] 赵鹃, 副主任医师, 博士, E-mail: zhaajuan@zju.edu.cn

and aesthetics. This report details a complex case of erosive dental wear addressed through a fully digital, full-arch fixed occlusal rehabilitation. A 4D virtual patient was created using multiple digital data sources, including intraoral scanning, 3D facial scanning, digital facebow registration, and mandibular movement tracing. With a comprehensive understanding of the masticatory system, various types of minimally invasive prostheses were customized for each tooth, including labial veneers, buccal-occlusal veneers, occlusal veneers, overlays, inlays, and full crowns, were customized for each tooth. The reported digital workflow offered a predictable diagnostic and treatment strategy, which was facilitated by virtual visualization and comprehensive quality control throughout the process.

[Key words] digital technology; erosion; bruxism; occlusal rehabilitation

牙磨耗、磨损、酸蚀症等多因素导致的非龋性牙体缺损在口腔临床中的发病率呈上升趋势^[1-2]。全牙列重度磨耗表现为全牙列牙冠表面硬组织出现明显缺损，导致一系列的临床症状如牙本质敏感、牙髓变性及牙齿变色，随着笑线、切牙切缘位置及垂直距离的改变，严重影响口腔美观和功能^[3-4]。此时常需咬合重建恢复患者咬合、颞下颌关节与咀嚼肌间的平衡及各自的生理功能。

咬合重建修复过程复杂，临床实施中每一个环节都必须非常精确^[5]。传统流程步骤繁杂，治疗时间长，涉及因素众多，更多地依赖于医生的临床经验，潜在误差较大^[6]。本病例通过口扫、面扫、电子面弓、下颌运动轨迹描记等数据采集及4D虚拟患者构建，为患者分阶段制作胎垫、诊断饰面、临时修复体，充分适应其功能、美学效果后，采用数字化交叉重叠的方法，分区段颌位关系转移，采用贴面、颊胎贴面、胎贴面、高嵌体、嵌体、全冠等多种修复方式完成数字化全牙列咬合重建治疗。

1 病例报告

患者，男性，38岁。主诉：牙齿变短8年，要求解决咀嚼和美观问题。现病史：8年间，患者自觉上前牙逐渐变短影响美观，牙齿偶发冷热敏感，曾行“充填、贴面修复和根管治疗”。近2个月来，患者两侧后牙冷热刺激酸痛加重，1个月前出现自发性阵发性隐痛于外院行“根管治疗”。患者只能进食细软食物，张大口时有不适感。既往史：胃病十余年，间或反酸，经综合医院消化科医生会诊，暂不行药物治疗；紧咬牙史，喜喝碳酸饮料；否认吸烟、饮酒、喜食硬物等不良习惯，否认夜磨牙史；否认过敏史；否认心理和精神疾病史。

专科检查：面部左右对称，直面型，面下1/3

垂直距离降低，鼻唇沟加深，面容略显苍老；上下牙列中线与面中线一致，下颌息止颌位时上中切牙唇下暴露量约0.5 mm，低位笑线，上前牙龈缘左高右低，切缘平面与瞳孔连线平行，微笑时上前牙切缘曲线呈反弧形，与下唇上缘曲线不协调（图1）。

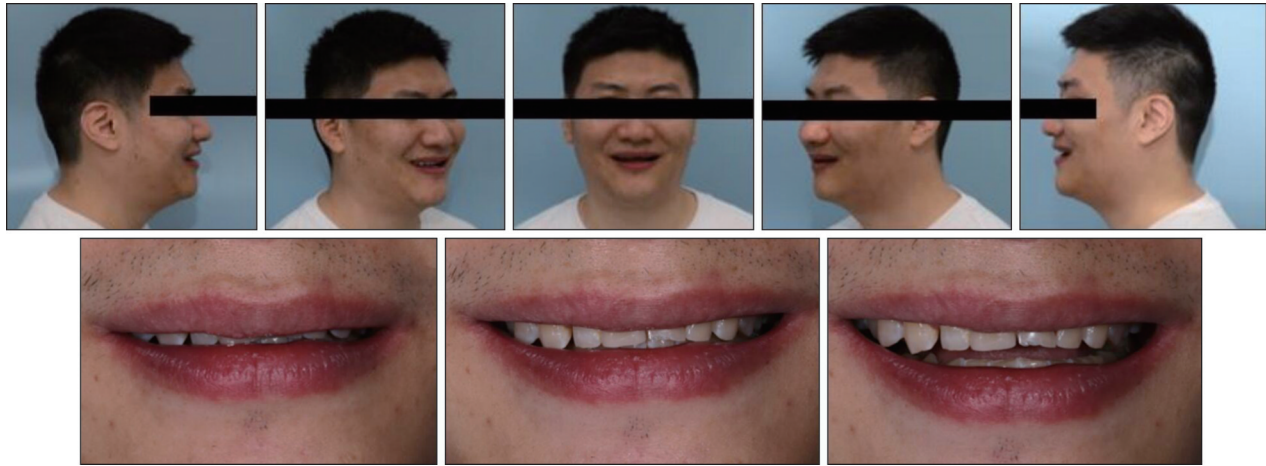
口腔卫生一般，下前牙舌侧少量牙结石，牙龈稍红肿。11牙唇侧瓷贴面修复体，21牙远中邻面龋，舌面及切缘磨损，11、21牙舌面白色暂封物，叩（-），12、22、13、23牙的切缘及舌面、14、24牙的腭尖磨损斜面，15、25牙舌面凹坑状磨损，探诊一过性敏感，36、37、46、47牙胎面充填物，探（-），冷（-），叩（-），16牙近中邻面、26牙近远中邻面龋，冷（-），探（-）；全口牙均松动（-）。

全牙列磨损，不同程度牙本质暴露，根据TWES磨损量表^[7]进行评价，结果见图2。纵胎曲线陡峭，反横胎曲线。正中关系位（centric relation, CR）较牙尖交错位（intercuspal position, ICP）后退，ICP时前牙深覆胎Ⅱ度，后牙咬合稳定均匀，双侧磨牙安氏Ⅱ类关系（图3）。

前伸运动切牙引导，右侧侧方运动尖牙引导胎，左侧侧方运动组牙功能胎（切牙、尖牙、第一前磨牙）（图4）。开口度、开口型无异常，开闭口运动颞下颌关节无弹响杂音，咀嚼肌触诊无不适。

影像学检查（图5）：曲面断层片显示牙槽骨未见明显吸收，牙根长度正常，11、21、36、46牙根管内高密度影致密到位；锥形束CT（cone beam computerized tomography, CBCT）示双侧髁突骨皮质完整，形态无明显异常，关节间隙均匀。

诊断：牙体缺损（牙酸蚀症，磨牙症，21、16、26牙浅龋）。根据牙列重度磨耗的病因、鉴别诊断的LAAC原则^[8]以及患者病史，诊断为化学性因素与机械性因素联合导致的全牙列重度磨耗。



上: 颜面部检查; 下: 唇齿检查。

图 1 口外照

Fig 1 Extraoral photos

© TWES 2015															
SEXTANT 1				SEXTANT 2				SEXTANT 3							
buccal	1	1	0	0	2	0	1	1	0	0	1	1	1	0	buccal
occlusal/incisal	1	2	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	2	1	occlusal/incisal
palatal	1	2	1	2	3	3	4	4	4	3	4	4	2	1	palatal
✕ 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 ✕															
✕ 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 ✕															
lingual	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	lingual
occlusal/incisal	1	4	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	4	1	occlusal/incisal
buccal	1	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	buccal
SEXTANT 6				SEXTANT 5				SEXTANT 4							

TWES 磨耗量表评价为 5 分制: 0=无明显磨耗; 1=釉质内磨耗 (1a=切端或牙尖少量磨耗, 1b=平行于轮廓的磨耗小平面对, 1c=明显切端或牙尖变平); 2=累及牙本质磨耗, 临床牙冠高度降低<1/3; 3=累及牙本质, 临床牙冠高度降低 1/3~2/3 (3a=1/3~1/2, 3b=1/2~2/3); 4=累及牙本质磨耗, 临床牙冠高度降低>2/3。

图 2 TWES 磨耗量表评价

Fig 2 The tooth wear were evaluated by TWES scale



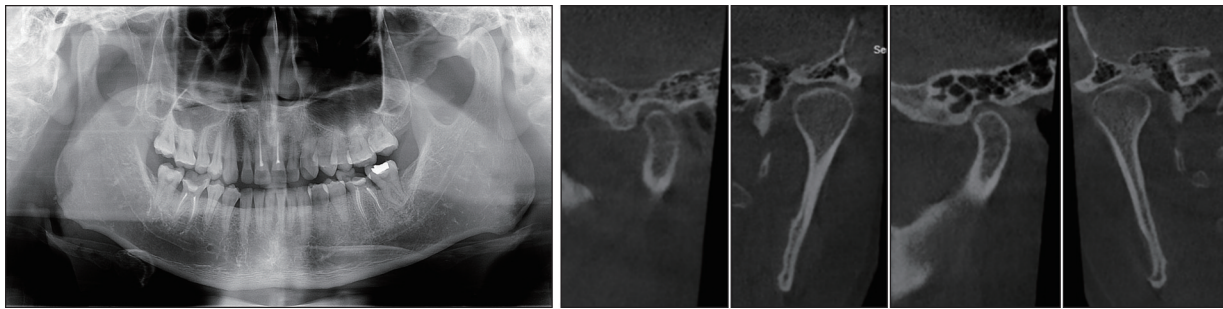
图 3 口内照

Fig 3 Intraoral photos



图 4 前伸及侧方运动

Fig 4 Protrusive and excursive mandibular movements



左：曲面断层片；右：双侧颞下颌关节CBCT。

图 5 修复前曲面断层片和双侧颞下颌关节CBCT检查

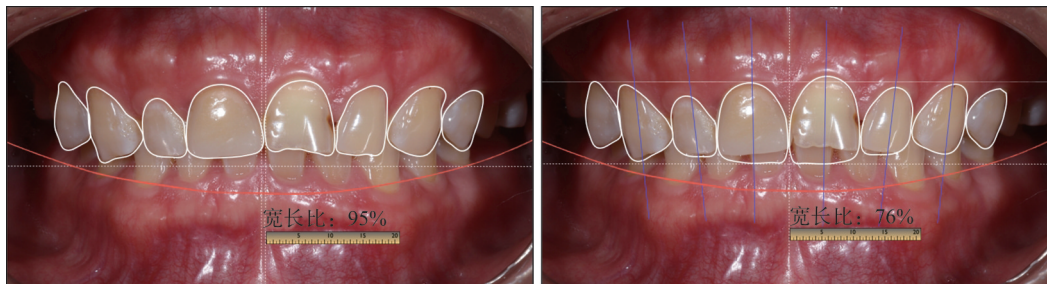
Fig 5 Preoperative panoramic radiography and CBCT of bilateral temporomandibular joints

治疗过程如下。

1) 修复前准备：积极治疗胃病，戒碳酸饮料；主动调节工作节奏，放松心情；余留牙牙髓状况评估及相应治疗。

2) 修复治疗第一步：美学分析及咬合分析后确定治疗性颌位，即根据息止颌位时男性上颌切牙的可见度平均值约1.91 mm^[9]以及“面部引导的美学设计”原则^[10]，进行前牙美学分析和数字微

笑设计 (digital smile design, DSD) (图6)。前牙咬棉卷使口颌肌肉去程序化后确定CR，结合息止颌间隙法确定垂直高度，转移面弓记录、硅橡胶咬合记录上实体殆架、咬合分析，在殆架上抬高切导针4 mm作为治疗性颌位，参照DSD设计制作诊断蜡型，口内翻制诊断饰面 (mock-up) 进行美学功能预告，患者满意。



左：美学分析；右：术前DSD设计。

图 6 美学分析与术前DSD设计

Fig 6 Aesthetic analysis and preoperative DSD design

第二步：以稳定殆垫验证治疗性颌位，稳定殆垫戴用3个月无不适 (图7)。

第三步：采集佩戴稳定殆垫时的口内外动态三维数据，拟合构建虚拟患者，数字化流程设计、制作双牙列树脂临时修复体验证功能美学重建目标，即口扫 (Trios 3, 3Shape公司)、面扫 (Face Hunter, Zirkonzahn公司)、立式面弓 (Pla-

neFinder, Zirkonzahn公司)、下颌运动轨迹描记 (PlaneAnalyser, Zirkonzahn公司) 等采集口颌系统动静态数据信息，Scan软件 (Zirkonzahn公司) 构建4D虚拟患者，Modellers软件 (Zirkonzahn公司) 顺序确定前牙切缘位置、上前牙宽长比、上前牙宽度比、殆平面、前导、后牙咬合分离及后牙殆面形态，设计树脂临时修复体 (图8~10)，五

轴切削机 (M1, Zirkozahn 公司) 加工分段式树脂壳冠, 口内粘接, 定期复诊, 戴用3个月, 无不适 (图 11、12)。

第四步: 终修复阶段。分区段分次就诊, 精修牙体预备后制取数字印模, 三维数据交叉拟合, 保存已定颌位关系和咬合设计, 即分区段颌位关系转移 (图 13), 数字化复制临时修复体功能美学外形设计至终修复体, 具体顺序为: 首先右侧后牙为主, 16、17、47 牙贴面, 44、45 牙颊贴面, 46 牙桩核冠; 其次左侧后牙为主, 26、27 牙贴面, 34、35 牙颊贴面, 36 牙高嵌体, 37 牙嵌体; 最后为上下前牙及剩余后牙, 拆除 11 牙贴

面, 11、21 牙纤维桩, 13-23 牙全冠, 14、15、24、25 牙颊贴面, 33-43 牙唇贴面。终修复体选择耐磨性和美学兼顾的二硅酸锂增强型玻璃陶瓷 (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent 公司, 列支敦士登) 单层瓷结构修复体。

修复后口内照及口唇照见图 14。牙尖交错位左右侧后牙均匀接触, 咬合稳定, 前伸运动由 11、21 牙引导, 左右侧方运动为尖牙保护殆 (图 15)。修复体粘接后 CBCT 复查显示, 双侧关节髁突前斜面、顶端、后斜面骨皮质连续、光滑, 关节间隙未见明显异常。戴牙 2 周后, 开始戴用软质夜磨牙保护垫。



图 7 稳定性殆垫

Fig 7 Stabilization occlusal appliance

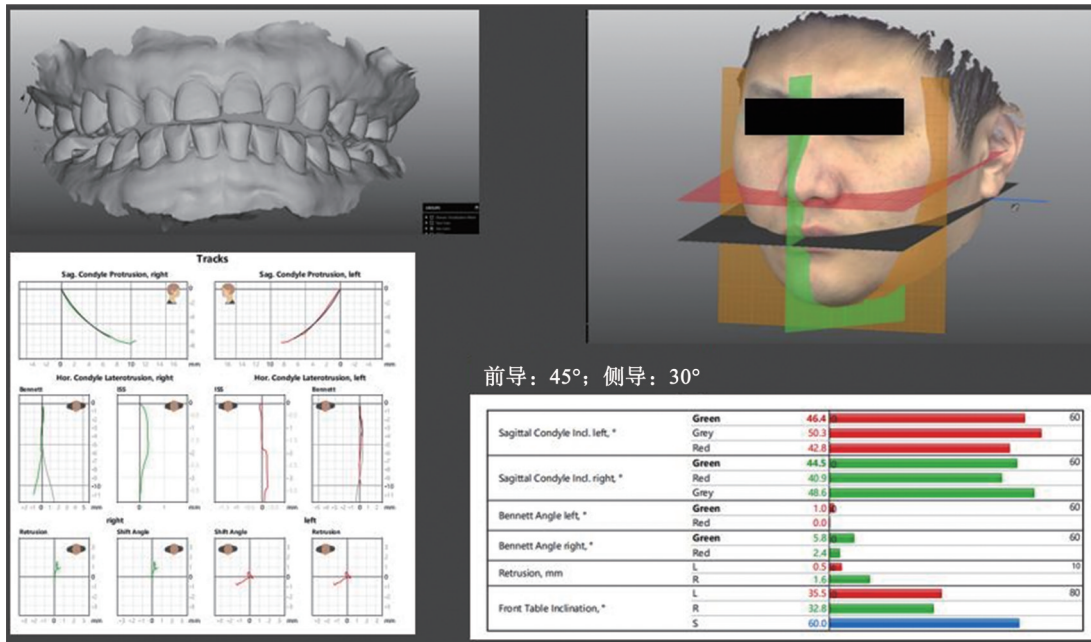


图 8 口扫、面扫、下颌运动轨迹及相应的参数

Fig 8 Intraoral scanning, 3D facial scanning, mandibular movement tracing and corresponding parameters

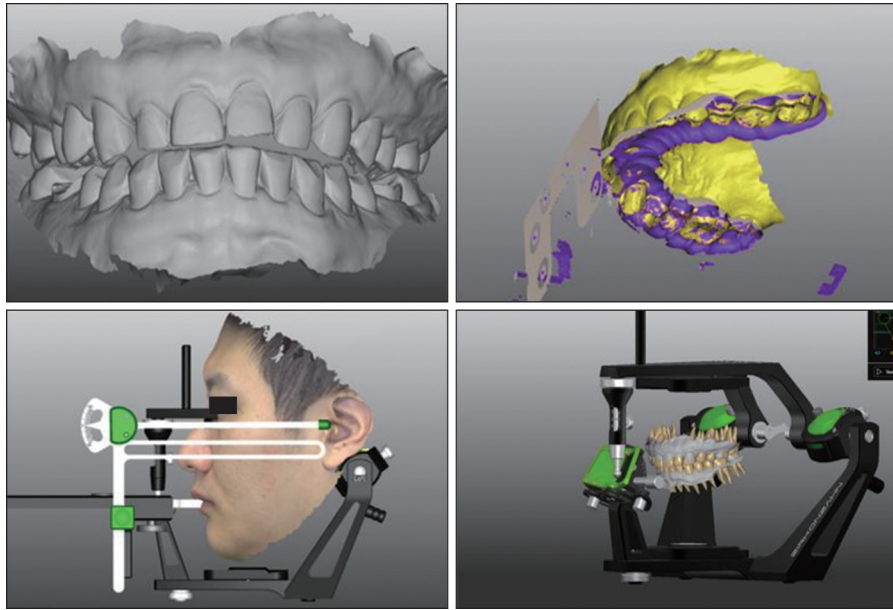
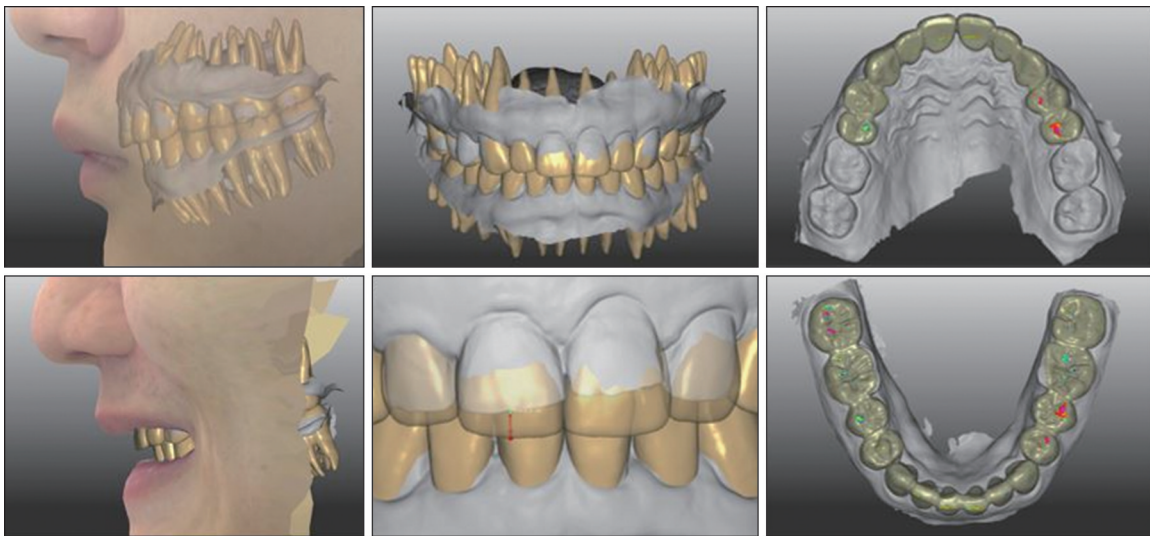


图 9 上虚拟骀架及 mock-up 设计

Fig 9 Virtual cast mounting and mock-up



上：从左到右依次为闭口位唇齿关系、口内咬合正面观、上颌牙列骀面观；下：从左到右依次为微笑时唇齿关系、上前牙长度对比、下颌牙列骀面观。

图 10 mock-up 美学功能分析

Fig 10 Esthetic-functional analysis of mock-up

术后 12 个月复查，修复体咬合稳定，形态、颜色美观，功能良好，患者满意（图 16）。

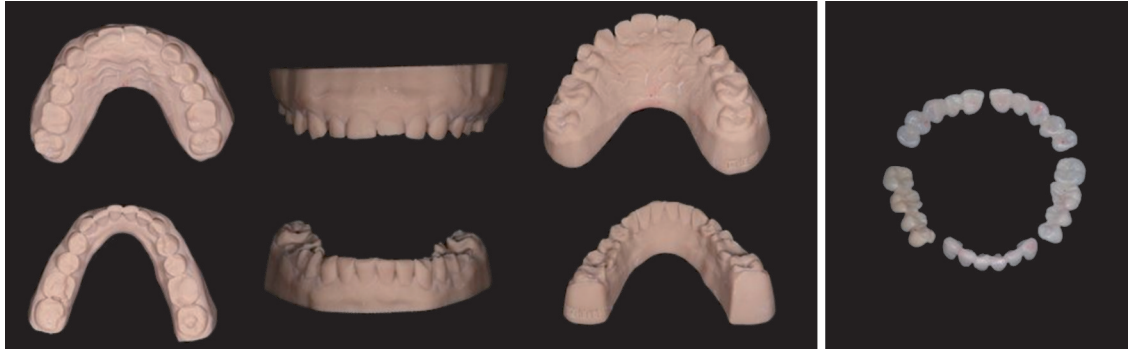
2 讨论

咬合重建修复的基本过程包括修复前检查与修复方案的制定、修复前治疗、新颌位关系的确定、暂时性骀垫的戴用、临时固定修复和永久修复等阶段^[11]。传统方式，需要多次印模制取、模型灌制、分次咬合记录的制取、面弓转移、交叉

上骀架、制作个性化切导盘等步骤^[12-13]，操作繁琐耗时，同时各种实体材料的固有形变、多操作步骤的误差累计都会增加咬合重建预期的不确定性。现代化的口腔修复和重建，以计算机辅助设计/计算机辅助制作（computer aided design/computer aided manufacturing, CAD/CAM）为支撑平台，整合面扫、口扫以及 CBCT、下颌运动或动态咬合数据创建四维虚拟牙科患者（virtual dental patient, VDP），包含了牙列形态、颌骨影像及牙列之间、上下颌骨之间的三维位置关系，同时包含了患者

个性化下颌运动^[4],实现美学修复中以面部轮廓和CBCT引导的,从数字化设计、预测到修复体加工完成的一整套数字化诊疗流程。相较传统修复,在提高精确度的同时简化原有繁琐的操作流程,缩短临床操作时间和步骤,在更快捷的同时可获得更可预期的治疗效果。虽然数字化手段可以提高咬合重建的效率和效果,但与传统技术一样,

其中有很多细节需要环环相扣、精准把控。本病例采用Zirkonzahn闭环数字化系统构建虚拟患者,最大程度上保证修复的精度、便捷性和质量,并用数字化技术替代传统技术,从无创到有创、从可逆到不可逆循序渐进地进行咬合诊断及反复验证,最终完成全牙列固定义齿的功能与美学重建。



左: 3D打印模型; 右: 分段式切削树脂壳冠。

图 11 3D打印模型与分段式切削树脂壳冠

Fig 11 3D printed casts and milled temporary egg-shell resin crowns in segments



图 12 树脂壳冠试戴粘接

Fig 12 Intra-oral evaluation and bonding of temporary egg-shell resin crowns

动态咬合设计中,年轻人一般为尖牙保护殆,组牙功能殆多见于年长者,随着年龄的增长出现牙的磨耗量增加,尖牙保护殆可以变为组牙功能殆^[5]。鉴于本病例中患者的磨耗多发生于上下牙列前牙咬合面(上前牙舌面、下前牙唇面)及后牙功能尖(上后牙舌尖、下后牙颊尖),推测侧向运动由切牙、尖牙和第一前磨牙共同引导是由于垂直式磨耗引起的。Dawson^[5]的功能殆学中认为:当下颌从正中关系位移开时所有后牙立即脱离咬合是所有咬合治疗的目标。咬合设计时尽量设计成尖牙保护的接触方式,以便于减小口颌系统的

负担^[6]。也有学者^[7]认为,侧向殆多设计为组牙功能殆,即工作侧上下颌多个后牙颊尖接触,平衡侧不接触。考虑本病例患者较为年轻,侧方运动设计为尖牙保护殆,更加有利于口颌系统的健康和低能耗。

修复治疗中应当遵循微创原则^[3],根据具体的牙体情况,如牙位、牙体缺损大小、剩余牙体组织和牙髓状况、有无行根管治疗等,恰当地选择个性化微创修复方式。本病例中采用了贴面、颊殆贴面、殆贴面、高嵌体、嵌体、全冠、桩冠等多种固定修复体设计。在牙齿磨耗的治疗流程中,

建议使用高强度、耐磨性佳的复合树脂和玻璃陶瓷进行微创粘接修复^[18]。二硅酸锂玻璃陶瓷具有比较高的挠曲强度(360 MPa)^[19-20],粘接可增强其抗断裂韧性^[21]。体外研究^[22]显示,瓷材料抗折性能在一定范围内与厚度呈正相关。多数学者^[23-25]认为,0.6~1.0 mm厚度的二硅酸锂玻璃陶瓷贴面的

抗折性能是可靠的。本病例选择e.max CAD可切削瓷块进行修复,既保证了嵌体、高嵌体、贴面、颊殆贴面、全冠的粘接固位,又最大限度地真实准确地呈现数字化设计的咬合关系。同时材料的均一性,有利于全瓷修复体在长期的磨耗中保持均衡,保证正常殆曲线的稳定。

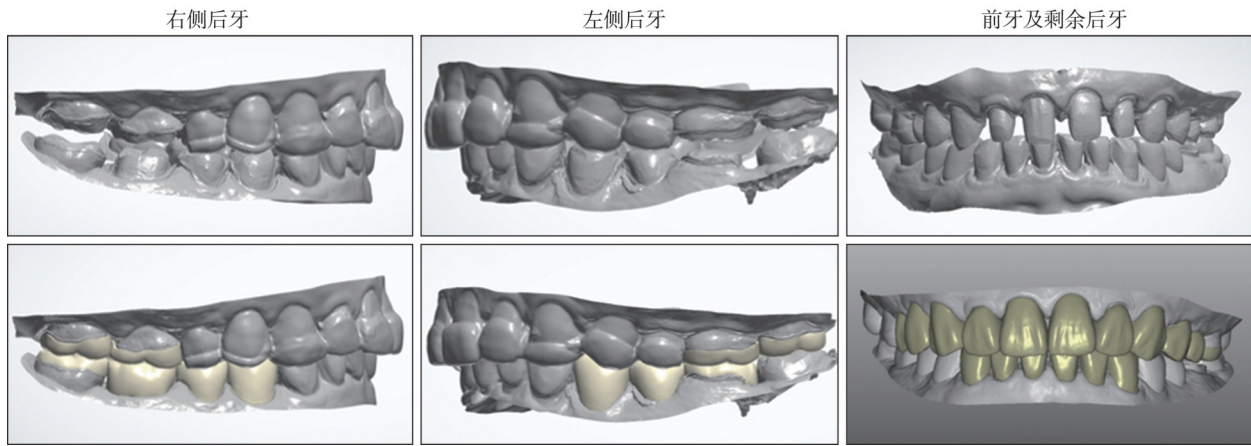


图 13 分区段颌位关系转移

Fig 13 Jaw relation maintenance in the segmented tooth preparation



上: 口内照; 下: 口唇照。

图 14 修复后口内照及口唇照

Fig 14 Postoperative intraoral and oral lips photos



图 15 修复后的前伸、侧方运动

Fig 15 Postoperative protrusive and excursive mandibular movements

咬合重建的关键是颌位及垂直距离的选择。一般在正中关系位或治疗性颌位的基础上,构建牙尖交错殆。增加垂直高度,会增加覆盖,减小

覆殆。切导针升高3 mm,前牙区覆殆减少2 mm,覆盖增加1.3 mm,后牙区覆殆减少1 mm,即垂直高度为1:2:3的原则^[26]。本病例在正中关系位

上,选择切导针升高4 mm,前牙区垂直距离增加2.6 mm,后牙区增加1.3 mm,满足了修复体所需的最小空间。近来有学者^[27]通过在软件中虚拟增加垂直距离,并全程监测髁突位置,确保垂直距离增加后,髁突仍处在关节窝内合适的位置。可见,从颌位关系确定到个性化美学、动静态咬合

虚拟设计,从光学印模到制作临时修复体进行美学功能预告与评估,从利用数字化交叉拟合的方法准确地传递颌位和咬合设计信息到选用可切削陶瓷材料加工制作具有个性化全解剖形态的修复体,数字化技术可贯穿于口腔修复诊疗的整个阶段,实现固定修复咬合重建的全数字化流程^[28]。



上:口内照;下:颜面照。

图 16 1年复查口内照及颜面照

Fig 16 Intraoral and face photos in 1 year follow-up

本病例详细展示了对于酸蚀症伴有重度磨耗的患者完成全牙列固定义齿咬合重建的近全数字化的具体流程和技术细节,获得了良好的美学和功能。修复体在术后12个月的复查中临床效果保持稳定,为此类患者的临床治疗提供了可行方案。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, et al. Prevalence of tooth wear in adults[J]. *Int J Prosthodont*, 2009, 22(1): 35-42.
- [2] Kaidonis JA. Oral diagnosis and treatment planning: part 4. Non-cariou tooth surface loss and assessment of risk[J]. *Br Dent J*, 2012, 213(4): 155-161.
- [3] Loomans B, Opdam N, Attin T, et al. Severe tooth wear: European consensus statement on management guidelines[J]. *J Adhes Dent*, 2017, 19(2): 111-119.
- [4] 谭建国. 一步一步做好牙列重度磨耗的功能美学重建[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(9): 696-700.
- [5] Tan JG. Esthetic and functional rehabilitation of severely worn dentition: step by step[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(9): 696-700.
- [6] Schlichting LH, Resende TH, Reis KR, et al. Simplified treatment of severe dental erosion with ultrathin CAD-CAM composite occlusal veneers and anterior bilaminar veneers[J]. *J Prosthet Dent*, 2016, 116(4): 474-482.
- [7] 金晓婷, 赵维家, 罗洁, 等. 咬合重建: 科学与艺术的结合[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2023, 24(1): 1-6.
- [8] Jin XT, Zhao WJ, Luo J, et al. Full-mouth occlusal reconstruction: science and art[J]. *Chin J Prosthodont*, 2023, 24(1): 1-6.
- [9] Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions[J]. *J Oral Rehabil*, 2016, 43(1): 69-80.
- [10] 谭建国. 牙列重度磨耗的病因和鉴别诊断[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(8): 599-602.
- [11] Tan JG. Etiology and differential diagnosis of severely worn dentition[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(8): 599-602.
- [12] Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display[J]. *J Prosthet Dent*, 1978, 39(5): 502-504.
- [13] 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.

- Tan JG. Esthetic analysis and design in dental esthetic rehabilitation[J]. *Chin J Pract Stomatol*, 2011, 4(8): 449-450.
- [11] 谭建国. 数字化技术在牙列重度磨耗功能美学重建中的应用[J]. *中华口腔医学杂志*, 2022, 57(10): 1009-1014.
- Tan JG. Application of digital technology in esthetic and functional rehabilitation of severely worn dentition[J]. *Chin J Stomatol*, 2022, 57(10): 1009-1014.
- [12] 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.
- [13] Lee W, Kwon HB. Vertical repositioning accuracy of magnetic mounting systems on 4 articulator models[J]. *J Prosthet Dent*, 2018, 119(3): 446-449.
- [14] 孙欣荣, 冯玥, 刘伟才. 多模态数据融合的可视化技术在咬合重建中的应用[J]. *华西口腔医学杂志*, 2022, 40(4): 468-475.
- Sun XR, Feng Y, Liu WC. Application of visualization technology of multimode data fusion in occlusal rehabilitation[J]. *West China J Stomatol*, 2022, 40(4): 468-475.
- [15] Dawson PE. Functional occlusion: from TMJ to smile design[M]. St. Louis: Mosby, 2007.
- [16] 刘洋. 关于咬合重建的几个重要问题[J]. *华西口腔医学杂志*, 2020, 38(4): 357-363.
- Liu Y. Several important issues concerning occlusal reconstruction[J]. *West China J Stomatol*, 2020, 38(4): 357-363.
- [17] Spear FM. Occlusal considerations for complex restorative therapy[M]. McNeill C. Science and practice of occlusion. Kimberley: Quintessence Publishing Co. Inc, 1997.
- [18] Muts EJ, van Pelt H, Edelhoff D, et al. Tooth wear: a systematic review of treatment options[J]. *J Prosthet Dent*, 2014, 112(4): 752-759.
- [19] Niem T, Youssef N, Wöstmann B. Energy dissipation capacities of CAD-CAM restorative materials: a comparative evaluation of resilience and toughness[J]. *J Prosthet Dent*, 2019, 121(1): 101-109.
- [20] Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials[J]. *Dent Mater*, 2016, 32(11): e275-e283.
- [21] Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, et al. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials[J]. *Dent Mater*, 2014, 30(7): e147-e162.
- [22] Chen C, Trindade FZ, de Jager N, et al. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses[J]. *Dent Mater*, 2014, 30(9): 954-962.
- [23] Sasse M, Krummel A, Klosa K, et al. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic[J]. *Dent Mater*, 2015, 31(8): 907-915.
- [24] Baldissara P, Monaco C, Onofri E, et al. Fatigue resistance of monolithic lithium disilicate occlusal veneers: a pilot study[J]. *Odontology*, 2019, 107(4): 482-490.
- [25] Andrade JP, Stona D, Bittencourt HR, et al. Effect of different computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) materials and thicknesses on the fracture resistance of occlusal veneers[J]. *Oper Dent*, 2018, 43(5): 539-548.
- [26] Rebibo M, Darmouni L, Jouvin J. Vertical dimension of occlusion: the keys to decision we may play with the VDO if we know some game's rules[J]. *J Stomat Occ Med*, 2009, 2(3): 147-159.
- [27] Feng Y, Zhan L, Sun X, et al. A fully digital workflow to register maxillomandibular relation using a jaw motion tracer for fixed prosthetic rehabilitation: a technical report[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2023, 35(7): 1068-1076.
- [28] 俞懿强, 刘伟才. 口腔固定修复全数字化流程的临床应用现状及问题[J]. *中华口腔医学杂志*, 2023, 58(5): 398-403.
- Yu YQ, Liu WC. Current situation and problems of the clinical application of completely digital workflow in fixed prosthodontics[J]. *Chin J Stomatol*, 2023, 58(5): 398-403.

(本文编辑 李彩)