

全程数字化夜磨牙保护殆垫的制作和初步应用

王时敏¹ 李 峥¹ 王冠博¹ 叶红强¹ 刘云松^{1△} 佟 岱^{1,2} 高文慧² 周永胜¹

(北京大学口腔医学院·口腔医院 1. 修复科, 2. 义齿加工中心, 国家口腔疾病临床医学研究中心 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: 建立一套夜磨牙保护殆垫的全程数字化设计制作流程, 并将其初步应用于临床, 观察其临床效果。方法: 选取需要通过佩戴殆垫缓解夜磨牙症的患者 24 名, 使用随机数表法分为两组, 实验组使用口内扫描仪获取患者的上下牙列数字印模和抬高后的咬合关系, 采用计算机辅助设计软件(computer aided design, CAD) 进行数字化设计, 将设计数据导入计算机辅助制作软件(computer aided manufacturing, CAM) 进行切削; 对照组通过真空压膜法制作传统软殆垫。将两种方法制作的殆垫分别让两组患者进行口内试戴, 应用 T-scan III 咬合分析系统分析佩戴两种殆垫后的殆接触特征, 并由患者对殆垫的固位、美观与咬合舒适度进行评分, 采用 IBM SPSS 20.0 软件进行 Mann-Whitney 双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。结果: 成功建立了夜磨牙保护殆垫的全程数字化设计制作流程。临床应用发现, 两组患者对两种殆垫的固位评价差异无统计学意义($Z = -0.538, P = 0.590$), 实验组的美观评分($Z = 2.038, P = 0.042$) 与咬合舒适度评分($Z = -2.579, P = 0.010$) 均高于对照组, 差异有统计学意义。T-scan 结果显示, 正中咬合时, 对照组仅有双侧第二磨牙区存在殆接触, 而实验组可与下颌全牙列接触, 前后殆力均匀。结论: 全程数字化设计制作的夜磨牙保护殆垫改良了咬合设计, 极大地简化和优化了殆垫的制作流程, 节约了医疗资源, 有益环保, 能够更加便捷、高效地为患者服务。

[关键词] 计算机辅助设计; 夜磨牙症; 殆垫

[中图分类号] R783.2 [文献标志码] A [文章编号] 1671-467X(2019)01-0105-06

doi: 10.19723/j.issn.1671-467X.2019.01.019

Preliminary clinical application of complete digital workflow of design and manufacturing occlusal splint for sleep bruxism

WANG Shi-min¹, LI Zheng¹, WANG Guan-bo¹, YE Hong-qiang¹, LIU Yun-song^{1△}, TONG Dai^{1,2}, GAO Wen-hui², ZHOU Yong-sheng¹

(1. Department of Prosthodontics, 2. Dental Laboratory, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT Objective: To establish a complete workflow of digital design and manufacturing occlusal splint for sleep bruxism, which can be preliminarily applied in clinical use, thus observe the clinical efficacy. **Methods:** Twenty-four patients with sleep bruxism were recruited in the study and randomly divided into two groups by using random number tables. Digital-occlusal-splint (experimental group) treatment plan and traditional-occlusal-splint (control group) treatment plan were carried out for each group, respectively. For experimental group, digital models of patients' both dental arches and the occlusion relationship after elevation were captured using an intraoral scanner. The occlusal splint was carried out by computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM), including splint designing and milling. For control group, the traditional soft occlusal splint was fabricated by vacuum laminator. The two kinds of occlusal splints were tried in the patients from each group, and the occlusal contacts were tested respectively by T-scan analysis system, which recorded the changes of occlusal indicators in the two groups. The retention, appearance and occlusal comfort degree were evaluated by the two groups of patients. Mann-Whitney test was performed with IBM SPSS 20.0 software, and bilateral test was performed. $P < 0.05$ was considered to be statistically significant. **Results:** The complete workflow of digital design and manufacturing occlusal splint was successfully established. During the clinical use, there was no statistical difference in the retention evaluation of two kinds of occlusal splints between the two groups of patients ($Z = -0.538, P = 0.590$). The appearance score ($Z = 2.038, P = 0.042$) and the occlusal

基金项目: 首都卫生发展科研专项(首发 2016-1-4101)、科技北京百名领军人才培养工程(Z171100001117169) 和北京大学口腔医院新技术新疗法项目(PKUSSNCT-17A01) Supported by the Capital Health Research and Development of Special (2016-1-4101), the Project for Culturing Leading Talents in Scientific and Technological Innovation of Beijing (Z171100001117169), and the New Clinical Technology Program of Peking University Hospital and Stomatology (PKUSSNCT-17A01)

△ Corresponding author's e-mail, kqliuyunsong@163.com

网络出版时间: 2018-12-25 16:31:45 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20181221.1047.013.html>

comfort score ($Z = -2.579, P = 0.010$) of the experimental group were higher than those of the control group, with statistically significant differences. The T-scan analysis results showed that only the second molar on both sides of the traditional occlusal splint had occlusal contact in intercuspals position, while the digital occlusal splint had stable and bilaterally balanced contact between the maxillary and mandibular teeth. Furthermore, the occlusal force was uniformly distributed in the experimental group. **Conclusion:** The complete workflow of digital occlusal splint improves the occlusal design, greatly simplifies and optimizes the traditional process of making occlusal splint. This new method is resource-saving and environmental-friendly, and it is able to serve patients more conveniently and efficiently.

KEY WORDS Computer-aided design; Sleep bruxism; Occlusal splints

夜磨牙症是以睡眠时磨牙或紧咬牙为主要表现的口腔机能紊乱。长期持续性夜磨牙可导致牙齿磨损、颞下颌关节功能紊乱以及咬合创伤,虽尚未能明确夜磨牙与咬合的关系,但患者普遍主诉存在咬合不适^[1]。由于殆垫可改善咬肌与颞肌活动的不对称程度,减轻施加于颞下颌关节与咀嚼系统其他结构上的力,同时分散殆力,减少牙列之间的磨损^[2],故佩戴保护殆垫(occlusal splint)是目前治疗夜磨牙症的方法之一^[3]。现有的夜磨牙保护殆垫多为真空压膜的软殆垫,由于其厚度均一,压膜成型后在口内佩戴时多为仅后牙极少数点存在殆接触,患者长期佩戴可能会导致咬合状态发生改变,进而影响整个颌系统的功能^[4]。

近年来数字化技术日新月异,计算机辅助设计(computer aided design, CAD)和计算机辅助制作(computer aided manufacturing, CAM)在口腔修复领域的应用愈加广泛。本研究应用数字化技术,针对患者的不同咬合情况,制作佩戴于上颌的夜磨牙保护殆垫,保证下颌牙列与殆垫均匀接触,并将其与传统压膜法制作的均一厚度殆垫进行比较。本研究旨在建立夜磨牙保护殆垫全程数字化设计和制作的流程,该流程将极大地简化夜磨牙保护殆垫的制作工艺,更为省时,节约印模和石膏等材料,减少误差。此外,殆垫的数字信息可存储于数据库中,在原有殆垫丢失或损坏时,医师可以随时从数据库中调出原有设计信息,再次制作。此项技术如果能够顺利转化,将为夜磨牙殆垫的制作提供一种更便捷易行的方法,更好地服务广大患者。

1 资料与方法

1.1 病例资料

选择2017年9月至2018年4月就诊于北京大学口腔医院修复科、要求通过殆垫治疗改善夜磨牙症的患者24名,采取分组对照试验设计,将随机数表产生的随机数密封于信封内,按照患者入组顺序依次拆开信封,依照信封内数字分为实验组与对照组。实验组为数字个性咬合设计组,对照组为传统

均一厚度组。本研究通过北京大学口腔医院生物医学伦理委员会批准(批号:PKUSSIRB-201840161),参与研究的患者在实验前均签署知情同意书。

纳入标准:(1)符合磨牙症诊断标准(同时符合下述①和②即可诊断为夜磨牙症:①患者自述或他人告知夜间磨牙或紧咬牙;②牙齿磨损小平、夜间磨牙声、咀嚼肌肉不适,以上三项符合一项或以上)^[3];(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)自主接受弹性殆垫治疗;(4)口腔黏膜健康;(5)具备完全自主的行为能力和表达能力。

排除标准:(1)不存在夜磨牙症;(2)不具备完全自主行为能力和表达能力;(3)既往接受磨牙、正畸及口腔修复治疗;(4)严重的错殆畸形及其他可能影响咬合的相关因素;(5)伴阻塞性睡眠呼吸暂停综合征等睡眠相关疾病。

1.2 设备与软件

研究所用设备包括:真空压膜机(ERKOPORM 3d+)、口内扫描仪(3Shape TRIOS, 3Shape A/S, 丹麦)、计算机(CPU Intel Core™ i7-3612QM,内存4G, GPU NVIDIA GeForce GT 635,显存2G)、切削设备(Organical® Multi & Changer 20)、单镜头反光数码相机(Canon EOS 60D 配 EF100 mm f/2.8 L IS USM 微距镜头,MR-14EX II 微距环形闪光灯)。

研究所用软件包括:修复设计系统(3Shape Dental System 2014, 3Shape A/S, 丹麦)、T-scan III咬合分析软件、统计分析软件(IBM SPSS Statistics 20, IBM 美国)。

1.3 数字化方法对个性化夜磨牙保护殆垫的咬合设计与制作

1.3.1 口内三维信息的获取 用Leaf Gauge法使后牙区殆分离约1.0 mm(作为殆垫的修复空间),用硅橡胶取得该状态下的颌记录,并扫描患者该状态下的咬合关系,与上下颌牙列数据进行配准。

1.3.2 夜磨牙保护殆垫的数字化设计 将上下颌牙列的数字模型导入数字化辅助设计软件(3Shape Dental System 2014)中,用殆垫模块(occlusal splint)

进行设计,并根据患者的牙列情况,个性化确定夜磨牙保护殆垫的包裹范围、轴面厚度及咬合面形态等参数,形成夜磨牙保护殆垫的基本形态。设计过程中设置合理的保留倒凹量,从而实现一定的固位力。在软件中进行虚拟调殆,参考原有咬合状态,建立均匀而稳定的咬合。将设计结果输出为数字化诊断模型,保存为 STL 文件。

1.3.3 夜磨牙保护殆垫的数字化制作 将设计数据导入数字化切削软件。本课题组曾采用聚醚醚酮 (polyetheretherketone, PEEK) 材料切削一体化可摘局部义齿,并对其耐磨性及硬度进行研究^[5-7]。本研究在前述材料性能探索的基础上,切削聚醚醚酮材料盘,送交临床,在患者口内进行试戴。

1.4 真空压膜法制作软弹性夜磨牙保护殆垫

使用加成型硅橡胶印模材料分别获取对照组患者的上下颌牙列印模,灌注超硬石膏模型,并选择上颌牙列作为工作模型。使用真空压膜机,待材料充分冷却后沿牙列颊侧中 1/3 水平线仔细修剪,完成传统夜磨牙保护殆垫的制作。

1.5 夜磨牙保护殆垫的临床应用评价

1.5.1 两组患者对殆垫的满意度评价 将制作完成的两种夜磨牙保护殆垫分别在两组患者口内试戴,以调查问卷的方法分别记录患者对夜磨牙保护殆垫佩戴情况(固位、美观、咬合舒适度)的满意程度,按 A(良好)、B(可以接受)、C(不佳)3 个等级进行评分。

1.5.2 T-scan III 咬合分析仪测试 应用 T-scan III 咬合分析系统分析佩戴两种保护殆垫后的殆接触特征,记录两种情况下咬合指标的变化,具体方法如下:(1)检查前准备:让患者姿态放松取正坐位,帮助患者练习掌握正中殆、前伸殆与双侧侧方殆咬合状态,并清洁干燥殆面。(2)打开软件,选择合适传感膜片并对传感器的敏感度进行调整。(3)殆接触测量:将膜片放入患者口内,嘱其用中等殆力在正中殆位进行正中殆测量,保持咬合 2 s。侧方殆测量:嘱患者在正中殆位咬合 2 s 后,保持上下牙齿接触向一侧滑动下颌,至工作侧下颌颊尖与上颌颊尖相对,保持 2 s 后再缓慢滑动回到正中殆位,用同样方法完成另一侧测量。前伸殆测量:嘱患者先咬于正中殆位保持 2 s 后,下颌向前滑动至下前牙和上前牙切端相对,保持 2 s 后再缓慢滑动回到正中殆位。

1.6 统计学分析

采用 IBM SPSS 20.0 软件进行统计学分析,患者对夜磨牙保护殆垫佩戴情况的满意程度统计量为成组试验设计的等级资料,因此采用独立样本的

Mann-Whitney 检验,双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 建立夜磨牙保护殆垫全程数字化设计制作的流程

流程包括:制取患者上下颌牙列的数字模型与抬高后的咬合关系、在 CAD 软件中设计殆垫、将设计数据导入 CAM 设备切削。应用该流程成功为实验组 12 名患者设计制作了个性化夜磨牙保护殆垫。

2.2 两组患者对殆垫固位情况的评价

两组患者对两种夜磨牙保护殆垫固位情况的评价见表 1,结果表明,两组患者对殆垫固位情况的评价差异无统计学意义($P = 0.590$)。

表 1 两组患者对两种夜磨牙保护殆垫固位的评价

Table 1 Evaluations of retention of two occlusal splints (consideration of experimental group and control group)

Group	A	B	C	Z value	P value
Experimental group, n	6	5	1	-0.538	0.590
Control group, n	5	5	2		

A, good; B, acceptable; C, poor.

2.3 两组患者对殆垫美观情况的评价

两组患者对两种夜磨牙保护殆垫美观情况的评价见表 2,结果表明,实验组患者对美观程度评价更高,两组差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 2 两组患者对两种夜磨牙保护殆垫美观的评价

Table 2 Evaluations of appearance of two occlusal splints (consideration of experimental group and control group)

Group	A	B	C	Z value	P value
Experimental group, n	7	4	1	-2.038	0.042
Control group, n	2	7	3		

A, good; B, acceptable; C, poor.

2.4 两组患者对殆垫咬合舒适度情况的评价

两组患者对两种夜磨牙保护殆垫咬合舒适度的评价见表 3,结果表明,实验组的咬合舒适度更高,两组差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 3 两组患者对两种夜磨牙保护殆垫咬合舒适度的评价

Table 3 Evaluations of occlusal comfort degree of two occlusal splints (consideration of experimental group and control group)

Group	A	B	C	Z value	P value
Experimental group, n	9	3	0	-2.579	0.010
Control group, n	3	6	3		

A, good; B, acceptable; C, poor.

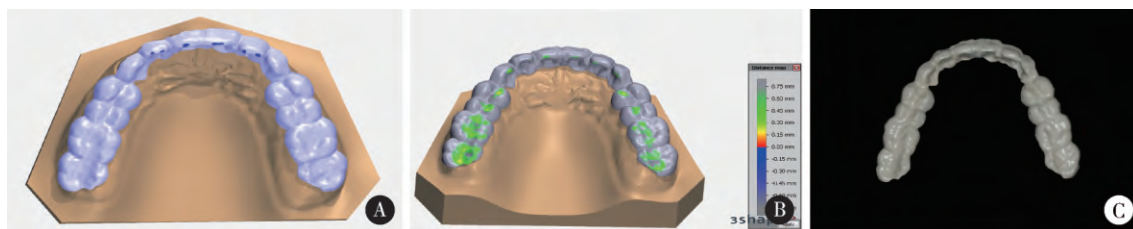
2.5 典型应用实例

患者 1 ,女性 24 岁 ,夜磨牙 7 年 ,伴牙齿磨短、面部肌肉酸痛 2 个月 2017 年 12 月以“要求改善夜磨牙症”为主诉 ,就诊于北京大学口腔医院修复科。患者无消化系统、内分泌系统、免疫系统及代谢性疾病史 ,无神经、精神病史 ,无磨牙家族史。临床可见:前牙被动萌出不足 ,长度较短 ,切端可见少量磨耗 ,后牙可见小磨耗平面 ,左右侧方运动时均为尖牙保护殆 ,牙列整齐 ,磨牙中性关系 ,垂直距离无明显降低 ,鼻唇沟无明显加深。

患者 2 ,女性 24 岁 ,夜磨牙 5 年 ,伴面部肌肉酸

痛 3 个月 2018 年 1 月以“要求改善夜磨牙症”为主诉 ,就诊于北京大学口腔医院修复科。无消化系统、内分泌系统、免疫系统及代谢性疾病史 ,无神经、精神病史 ,无磨牙家族史。临床可见:上下颌双侧第二前磨牙缺失 ,后牙可见少量磨耗平面 ,牙列不齐 ,磨牙近中关系 ,垂直距离无明显降低。按照随机信封法将患者 1、2 分别纳入实验组与对照组 ,分别制作夜磨牙保护殆垫。

数字个性化咬合设计组:按照前述方法 ,制作个性化夜磨牙保护殆垫。设计过程中 ,去除殆垫对前牙 (3~3) 唇侧的包裹 ,以增强美观效果(图 1)。



A , B , digital design of splint; C , final splint after milling.

图 1 实验组夜磨牙保护殆垫的设计与制作

Figure 1 Digital design and manufacturing of occlusal splint of experimental group

传统均一厚度组:按照前述方法 ,选取厚度为 2.0 mm 的软殆垫 ,使用真空压膜机制作传统夜磨牙保护殆垫。

将两种方法制作的夜磨牙保护殆垫分别让患者进行口内试戴并进行评分 ,患者 1 的三项评分均为 A ,患者 2 的固位评分为 A ,美观和咬合舒适度的评分均为 B。患者 1 佩戴实验组殆垫后呈现全牙列咬

合均匀接触(图 2) ,患者 2 佩戴对照组殆垫后口内仅有双侧第二磨牙工作尖有殆接触 ,前牙呈现开殆状态(图 3) 。使用 T-scan III 咬合分析系统分别测量患者佩戴夜磨牙保护殆垫前后的咬合情况 ,结果显示:正中咬合时 ,对照组的患者 2 仅有双侧第二磨牙区存在殆接触 ,而实验组的患者 1 殆垫可与下颌全牙列接触 ,前后殆力均匀(图 4、5)。



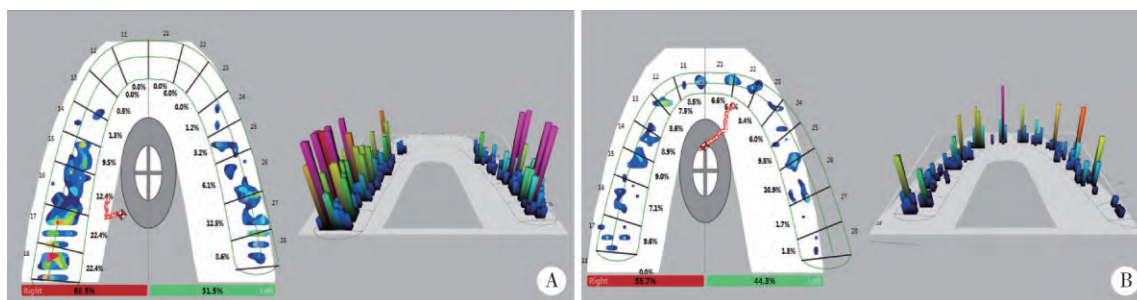
图 2 实验组的患者 1 夜磨牙保护殆垫的口内佩戴情况

Figure 2 Occlusal splint of patient No. 1 in experimental group



图 3 对照组的患者 2 夜磨牙保护殆垫的口内佩戴情况

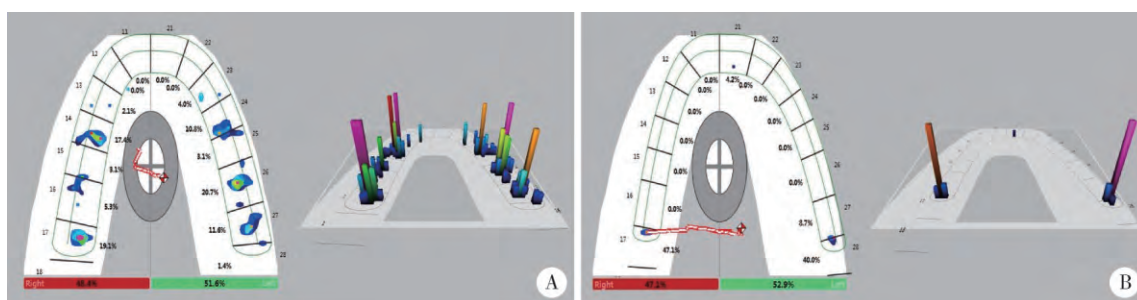
Figure 3 Occlusal splint of patient No. 2 in control group



A , occlusion before try-in; B , occlusion after try-in.

图4 实验组正中咬合的 T-scan 结果

Figure 4 T-scan results of the central occlusion of experimental group



A , occlusion before try-in; B , occlusion after try-in.

图5 对照组正中咬合的 T-scan 结果

Figure 5 T-scan results of the central occlusion of control group

3 讨论

尽管夜磨牙症的发病机制尚不明确,但已有研究表明,夜磨牙症是解剖结构与心理精神等多种因素作用的结果^[8],有文献报道,夜磨牙症的发病率高达 12.8%^[9]。目前,殆垫治疗是夜磨牙症首选的治疗方法之一,且多建议晚上佩戴^[10]。有研究使用弹性殆垫治疗夜磨牙症患者,记录治疗前和治疗后 6 个月的咬合变化特征,认为弹性殆垫可缓解夜磨牙症状^[11]。

目前临床应用的夜磨牙保护殆垫多为真空压膜法制作的软弹性殆垫,有研究将软殆垫与尖牙保护硬殆垫进行对比,佩戴 6 周后,二者均可减轻患者的夜磨牙症状,且佩戴软殆垫的患者最大殆力有所降低^[2]。尽管如此,软殆垫的制作方法与所用材料均存在一些不足:由于弹性膜片材料本身厚度均一,通过压膜法制成的夜磨牙保护殆垫的各部分厚度也完全相同,在殆架上观察抬高后的咬合间隙,可见在后牙区间隙较小,前牙区间隙较大,故佩戴厚度均一的传统殆垫后,仅有后牙区某几个点存在殆接触,需要医师进行反复调殆,才可实现殆垫的治疗功能,而不当的调殆可能再次造成殆干扰,长期佩戴后可能导致牙齿移位等不可逆的作用,导致咬合关系的改变,

更有甚者,会引起颞下颌关节病变^[4]。另外,佩戴期间患者的殆力集中在磨牙区,可能导致殆垫易磨透,无法起到长久的保护作用^[12]。

随着数字化技术的发展,设计制作与切削精度得以进一步提高。Berntsen 等^[13]将通过口内扫描结合加法制造的稳定殆垫与传统工艺相对比,发现二者的固位效果无显著差异。Salmi 等^[14]曾使用模型扫描仪扫描上下颌牙列模型,将数据导入 CAD 软件中进行数字化设计,但其并未对咬合情况进行有效改良,制作出的殆垫戴入患者口内时仍呈后牙区接触,前牙轻微开殆状态。基于以上问题,本课题组使用口内扫描获得上下牙列及其抬高后咬合关系的三维数据,根据患者抬高后咬合间隙的分布特征,在 CAD 软件中对夜磨牙保护殆垫进行个性化设计,保证抬高咬合后上下颌全牙列仍能均匀接触,从而达到不改变患者咬合的目的。利用虚拟殆架调殆,使佩戴殆垫后前伸、侧方运动时咬合状态与原有咬合一致。此外,本研究在设计过程中同时考虑了美观与舒适因素,在保证固位的同时仅包裹前牙切端,减少了患者的异物感,并增加了唇部舒适度,保证了美学效果。

现有用于制作保护殆垫的材料如乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)、聚氯乙烯、丙烯酸树脂等,虽具有

一定的抗冲击能力,但均存在加热成型过程中形态不易控制等不足。本研究用于切削的聚醚醚酮(PEEK)树脂是一种性能优异的特种工程塑料,耐高温 260 ℃、机械性能优异、自润滑性好、耐化学品腐蚀、耐磨性好^[15],同时,PEEK 树脂具有良好的生物相容性,可作为骨植入材料^[16],在口腔治疗方面则较多应用于种植修复,也有将 PEEK 用于可摘局部义齿支架制作的病例报道^[17]。由于数字化设计导出的数据为 STL 格式,可与 3D 打印设备软件兼容,因此也可考虑通过加法制作完成最终殆垫成型。

此外,由于传统法制作殆垫的过程中需要获取患者的牙列印模并灌注成石膏模型,工序较为繁杂,且模型易损坏,如要重新制作,还需再次制取印模,造成临床时间和印模材料及石膏的浪费,也给患者带来额外的负担。数字化设计制作的殆垫利用口内扫描制取三维数字模型,快捷高效,减少了模型、石膏转移过程中的误差,殆垫的厚度最低可以达到 0.5 mm,其厚薄可根据患者情况进行个性化调整,能更好地满足临床需求,另外,其数据保存于计算机中,医师可随时调出制作一副完全相同的殆垫,减少了患者的适应过程,极大地节约了医疗资源。

本研究选用 T-scan III 咬合分析仪测试佩戴殆垫前后的咬合情况,该系统能够有效评估早接触的影响、咬合的稳定性以及追踪咬合力中心点运行轨迹^[18]。相对于咬合纸检测,该方法可以更为直观、清晰地呈现不同状态下患者口内的咬合状况,从而客观体现数字化设计的优势。

本研究也存在一些不足,如治疗过程中观察时间较短,样本量较少等,另外,本研究未设置技工室制作的硬殆垫组作为对照研究,但在现有的临床制作过程中,技工室制作的硬殆垫工序较压膜式软殆垫更为复杂,临床调殆时间更久,因此,数字化设计制作的夜磨牙保护殆垫仍呈现出较大优势。此外,今后的研究也将加入 PEEK 材料的磨耗实验,关注其磨耗性能,同时在佩戴殆垫前与佩戴后 6 个月、12 个月后分别进行双侧颞下颌关节的临床检查和影像学检查,观察佩戴殆垫对关节的影响。

综上所述,本研究中全程数字化设计制作的夜磨牙保护殆垫改良了咬合设计,极大地简化了殆垫的制作流程并节约了医疗资源,能够更加便捷、高效地为患者服务。

参考文献

[1] American Academy of Sleep Medicine. International classification

- of sleep disorder: Diagnostic and coding manual [M]. Chicago, Illinois: American Academy of Sleep Medicine, 2005: 189 - 192.
- [2] Karakis D, Dogan A, Bek B. Evaluation of the effect of two different occlusal splints on maximum occlusal force in patients with sleep bruxism: A pilot study [J]. J Adv Prosthodont, 2014, 6 (2): 103 - 108.
- [3] Guaita M, Hogg B. Current treatments of bruxism [J]. Curr Treat Options Neurol, 2016, 18(2): 10.
- [4] Bumann A, Lotzmann U. TMJ disorders and orofacial pain: The role of dentistry in a multidisciplinary diagnostic approach [M]. Stuttgart, New York: Thieme, 2002.
- [5] Ye H, Li X, Wang G, et al. A novel computer-aided design/computer-assisted manufacture method for one-piece removable partial denture and evaluation of fit [J]. Int J Prosthodont, 2018, doi: 10.11607/ijp.5508.
- [6] 李欣欣,柳玉树,孙玉春,等. 计算机辅助设计与制作一体化聚醚醚酮可摘局部义齿不同形态组件的适合性评价 [J/OL]. 北京大学学报(医学版), 2018, [2018-12-07]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20180903.1726.002.html>.
- [7] 金智文,韩建民,刘云松,等. 聚醚醚酮制作可摘义齿人工牙耐磨性及硬度的研究 [J]. 口腔颌面修复学杂志, 2018, 19 (4): 236 - 240.
- [8] Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, et al. Bruxism physiology and pathology: An overview for clinicians [J]. J Oral Rehabil, 2008, 35(7): 476 - 494.
- [9] Manfredini D, Winocur E, Guarda-Nardini L, et al. Epidemiology of bruxism in adults: A systematic review of the literature [J]. J Orofac Pain, 2013, 27(2): 99 - 110.
- [10] Dubé C, Rompré PH, Manzini C, et al. Quantitative polygraphic controlled study on efficacy and safety of oral splint devices in tooth-grinding subjects [J]. J Dent Res, 2004, 83(5): 398 - 403.
- [11] 王志瑜,黄虹,马明,等. 青年夜磨牙症患者经弹性殆垫治疗前后咬合变化特征的研究 [J]. 实用口腔医学杂志, 2016, 32 (6): 857 - 860.
- [12] 刘党利. 硬殆垫和软殆垫治疗夜磨牙的效果比较 [J]. 临床医学, 2005, 25(10): 64 - 65.
- [13] Berntsen C, Kleven M, Heian M, et al. Clinical comparison of conventional and additive manufactured stabilization splints [J]. Acta Biomater Odontol Scand, 2018, 4(1): 81 - 89.
- [14] Salmi M, Paloheimo KS, Tuomi J, et al. A digital process for additive manufacturing of occlusal splints: A clinical pilot study [J]. J R Soc Interface, 2013, 10(84): 20130203.
- [15] 吴忠文. 聚醚醚酮类树脂的国际、国内发展历程及新进展 [J]. 化工新型材料, 2010, 38(12): 1 - 4.
- [16] 邓纯博,刘冬妍,刘吉泉,等. 聚醚醚酮及其复合材料作为骨科植入物的研究进展 [J]. 生物医学工程与临床, 2009, 13 (5): 473 - 477.
- [17] Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G. The use of a modified poly-ether-ether-ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses: A clinical report [J]. J Prosthodont, 2016, 25(7): 580 - 584.
- [18] 贾洪诚,王璇. 应用 T-scan III 型系统分析牙周基础治疗前后咬合变化的临床研究 [J]. 实用口腔医学杂志, 2015, 31(4): 484 - 487.

(2018-10-09 收稿)
(本文编辑:任英慧)