

CAD/CAM系统设计全瓷高嵌体修复牙体缺损的临床研究

平浩浩, 路亚涛, 冯玉霞, 梅妹, 李健学

(中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院口腔科 甘肃 兰州 730030)

[摘要]目的: 探究计算机辅助设计/计算机辅助制作 (Computer aided design/Computer aided manufacturing, CAD/CAM) 系统设计制作的全瓷高嵌体修复牙体缺损的临床效果。方法: 选取2018年6月-2022年6月于笔者医院就诊的91例 (共102颗患牙) 牙体缺损患者为研究对象, 均采用CAD/CAM系统制作全瓷高嵌体进行修复。于修复后即刻、修复后6个月、修复后12个月采用改良美国公共健康协会修订标准 (USPHS) 评价修复体的修复效果; 比较修复前、修复后患者牙周指标 (牙龈指数、龈沟出血指数、牙菌斑指数)、龈沟液指标 [龈沟液天冬氨酸转氨酶 (GCF-AST)、龈沟液碱性磷酸酶 (GCF-ALP)、白介素-6 (IL-6)、白介素-8 (IL-8)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)] ; 于修复后12个月调查患者的并发症情况以及患者对修复体形态、色彩、舒适性的满意度。结果: USPHS评价修复后6个月的A级比率均高于97.02%, 修复后12个月的A级比率均高于95.10%; 修复后6周的AST、ALP、IL-6、IL-8、TNF- α 水平均高于修复前 ($P < 0.05$), 修复后6个月与修复前龈沟液指标比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 修复后6个月、修复后12个月患牙SBI、PLI均低于修复前, CAL高于修复前 ($P < 0.05$); 修复后12个月, 并发症总发生率为3.92%; 患者对修复体形态、修复体色彩、修复体舒适度满意度达93.41%及以上。结论: CAD/CAM系统设计制作全瓷高嵌体修复牙体缺损修复效果显著, 龈沟液AST、ALP、IL-6、IL-8、TNF- α 在6个月时恢复正常, 可改善患者牙周相关指标, 维护口腔健康, 并发症发生率较低且在干预后症状消失, 患者满意度较高, 可临床推广应用。

[关键词] 计算机辅助设计/计算机辅助制作; 牙体缺损; 全瓷; 高嵌体; 修复

[中图分类号] R783.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455 (2025) 04-0172-04

Clinical Study of CAD/CAM System Design of All-ceramic Onlay in the Repair of Dental Defects

PING Haohao, LU Yatao, FENG Yuxia, MEI Mei, LI Jianxue

(Department of Stomatology, 940 Hospital of People's Liberation Army Joint Service Support Force, Lanzhou 730030, Gansu, China)

Abstract: **Objective** To explore the clinical effect of computer aided design/Computer aided manufacturing (CAD/CAM) system design and fabrication of all-ceramic onlay on the repair of dental defects. **Methods** 91 patients (102 affected teeth) with dental defects who were treated in department of endodontics of stomatological hospital from June 2018 to June 2022 were selected as the study subjects, and they were repaired by CAD/CAM system fabrication of all-ceramic onlay. Modified United States Public Health Service (USPHS) was used to evaluate the repair effect immediately after repair, at 6 months after repair and at 12 months after repair. Periodontal indicators [gingival index, sulcus bleeding index, plaque index], gingival crevicular fluid aspartate transaminase (GCF-AST), gingival crevicular fluid alkaline phosphatase (GCF-ALP), interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), tumor necrosis factor- α (TNF- α) before and after repair, complications and satisfaction with shape, color and comfort of restoration at 12 months after repair were compared. **Results** The grade A ratio of USPHS evaluation was higher than 97.02% at 6 months after repair and 95.10% at 12 months after repair. Compared with before repair, the levels of AST, ALP, IL-6, IL-8 and TNF- α were all increased at 6 weeks after repair ($P < 0.05$), but there were no statistical differences in the above indicators at 6 months after repair ($P > 0.05$). The levels of SBI and PLI after repair were lower than those before repair ($P < 0.05$), and CAL after repair were higher than that before repair ($P < 0.05$). After 12 months of repair, the total incidence rate of complications was 3.92%. The patients' satisfaction with the shape, color and comfort of restoration were up to 93.41% or above. **Conclusion** CAD/CAM design and fabrication of all-ceramic onlay has a significant repair effect on dental defects, and it can return gingival crevicular fluid AST, ALP, IL-6, IL-8 and TNF- α to normal after 6 months, improve periodontal related

基金项目: 甘肃省2023年自然科学基金项目 (编号: 23JRRA530)

通信作者: 李健学, 副主任、副主任医师; 研究方向为口腔修复学及口腔种植学。E-mail: phhhhp@163.com

第一作者: 平浩浩, 医师; 研究方向为口腔内科及口腔修复。E-mail: 13893183809@163.com

indicators and maintain oral health. The incidence rates of complications are low and the symptoms disappear after intervention, and the patient satisfaction is high.

Key words: computer aided design/computer aided manufacturing; dental defects; all-ceramic; onlay; repair effect

牙体缺损是由各种原因引起的牙体硬组织损坏和异常,表现为正常牙体形态、咬合及邻接关系的破坏^[1]。牙体缺损会对牙周组织健康和功能造成不同程度的影响,若未及时治疗可引发牙龈炎、牙根尖周炎、牙齿咬合紊乱等多种疾病^[2]。常规的治疗方法是采用全冠修复,但是需切割较多牙体组织,原有健康牙体组织锐减以致于后期支撑力不足并出现根裂现象,远期修复效果不理想;相比之下,高嵌体修复牙体缺损时磨除牙体组织少使修复体受力更加均匀,弥补了全冠修复的劣势,临床治疗效果显著^[3-4]。为了达到更理想的治疗效果,口腔医学界不断改进口腔加工工艺,将计算机辅助设计/计算机辅助制作(CAD/CAM)系统应用于制作全瓷高嵌体来修复牙体缺损,与手工制作牙体相比具有准度高、效果好、效率高的优点^[5-6]。本文旨在研究CAD/CAM系统设计制作全瓷高嵌体修复牙体缺损的临床效果,以期临床修复牙体缺损患者提供治疗思路。

1 资料和方法

1.1 一般资料:选择2018年6月-2022年6月于笔者医院就诊的91例牙体缺损患者作为研究对象,其中男43例,女48例,年龄 (41.42 ± 4.42) 岁,共102颗患牙。纳入标准:患者牙体缺损至少1个牙尖;患牙临床冠高 >3 mm;口腔卫生水平高(全口菌斑 $<20\%$);依从性好,自愿签署知情同意书。排除标准:伴有牙周炎等其他口腔疾病;患有心血管系统疾病、血凝障碍疾病者。本项目获得医院伦理委员会批准(编号:2023KYLL222)。

1.2 治疗方法

1.2.1 高嵌体牙体预备:患牙接受根管治疗后,去除牙髓腔内暂封材料,消除小于2 mm的薄壁弱尖,咬合面预备量2 mm,要求预备体线角清晰,转角圆钝,洞形为外展小于 6° ,深度2~3 mm,尽可能保留天然牙体组织。

1.2.2 制作修复体:采用CAD/CAM系统对患牙、对颌牙以及颊侧咬合关系进行口内扫描取像,建立3D模型、描绘轮廓线、设定就位道,再进行高嵌体个性化设计,调整咬合和邻接点的关系。用研磨机研磨CEREC Blocs瓷块(德国西诺德),随后烧结成型,打磨抛光。

1.2.3 瓷嵌体试戴、抛光及粘接:将修复体消毒后在患者口内试戴,检查边缘密合性及邻接关系、颜色是否适配。合适后上釉烧结、粘接,清理多余粘接剂后调殆、抛光、涂布阻氧剂。

1.3 修复效果评价:于修复后即刻、修复后6个月、修复后12个月参照美国公共卫生署(United states public health service, USPHS)的改良标准^[7]从修复体形态、颜色、边缘密合度、折裂数、磨损、脱落、基牙继发龋的情

况进行临床评估。评价标准见表1。

表1 USPHS改良标准

评价项目	分级	PCOS评分(治疗后)
形态	A	形态与基牙外形连续一致或稍凹陷
	B	形态与基牙外形表面凹陷明显,但牙本质或基质未暴露
	C	形态与基牙外形表面凹陷明显,修复体有缺损,牙本质或基质暴露
颜色	A	颜色、透光度及明暗度与牙体非常匹配
	B	颜色、透光度及明暗度与牙体稍不匹配
	C	颜色、透光度及明暗度与牙体明显不匹配
边缘密合度	A	边缘密合良好,无卡探针
	B	边缘卡探针,但无法探入
	C	边缘卡探针,可探及
折裂数	A	未出现折裂现象,无裂纹
	B	有可见折裂
磨损	A	咬合面无异常,未出现凹陷现象
	B	咬合面出现轻微凹陷
	C	咬合面出现较为严重的凹陷
脱落	A	非常稳固
	B	不稳固,出现脱落现象
基牙继发龋	A	周围无可见的颜色变深现象
	B	周围有可见的颜色变深现象

1.4 观察指标

1.4.1 龈沟液相关检测指标:修复前、修复后6周、修复后6个月,收集患者的龈沟液(Gingival crevicular fluid, GCF),将Whatman III型滤纸条放入牙周袋内留置30 s后取出,室温静置1 h后离心10 min,取上清备用。用罗氏全自动生化分析仪测定龈沟液天冬氨酸转氨酶(Gingival crevicular fluid-Aspartate aminotransferase, GCF-AST)、龈沟液碱性磷酸酶(Gingival crevicular fluid-Alkaline phosphatase, GCF-ALP),使用酶联免疫吸附法测定白细胞介素-6(Interleukin-6, IL-6)、白细胞介素-8(Interleukin-8, IL-8)、肿瘤坏死因子- α (Tumor necrosis factor- α , TNF- α)水平。

1.4.2 牙周相关检测指标:对比修复前、修复后6个月、修复后12个月患者的龈沟出血指数(Sulcus bleeding index, SBI)、牙菌斑指数(Plaque index, PLI)、临床附着丧失(Clinical attachment loss, CAL)。SBI:将牙周探针轻轻探入牙龈边缘下至0.5~1 mm,观察牙龈是否出血,分值为0~5分,分值越高牙龈出血倾向越大;PLI:检查牙齿有无菌斑,分值为0~3分,分值越高,牙齿菌斑越多;CAL:用牙周探针测量釉牙骨质界至袋底距离,每个

位点重复测量3次，反映牙周组织破坏程度。

1.4.3 满意度：于修复后12个月对患者牙龈萎缩发生率、口腔感染、牙齿咬合疼痛等并发症情况、满意度进行调查，内容包括修复体形态、色彩、舒适性。

1.5 统计学分析：采用IBM SPSS 26.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间采用独立样本 t 检验，计数资料以[例(%)]表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 修复效果评估：修复后即刻，修复体形态、颜色、边缘密合度、折裂数、磨损、脱落、基牙继发龋A级比率均高于或等于98.04%；修复后6个月，各评价项目A级比率均高于97.02%；修复后12个月，各评价项目A级比率高于或等于95.10%。见表2。

表2 修复后不同时间修复效果评估 [颗 (%)]				
评价项目	分级	修复后即刻	修复后6个月	修复后12个月
形态	A	102 (100.00)	102 (100.00)	102 (100.00)
	B	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
颜色	A	100 (98.04)	99 (97.02)	99 (97.02)
	B	2 (1.96)	3 (2.94)	3 (2.94)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
边缘密合度	A	102 (100.00)	101 (99.02)	102 (98.04)
	B	0 (0.00)	1 (0.98)	2 (1.96)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
折裂数	A	102 (100)	102 (100)	101 (99.02)
	B	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.98)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
磨损	A	102 (100.00)	99 (97.02)	97 (95.10)
	B	0 (0.00)	3 (2.94)	5 (4.90)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
脱落	A	102 (100.00)	102 (100.00)	102 (100.00)
	B	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
基牙继发龋	A	102 (100.00)	102 (100.00)	100 (98.04)
	B	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (1.96)
	C	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

2.2 GCF指标：修复后6周，GCF的AST、ALP、IL-6、IL-8、TNF- α 水平均高于修复前 ($P < 0.05$)；修复后6个月，GCF的各项检测指标水平与修复前比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表3。

2.3 牙周指标：与修复前相比，修复后6个月、12个月，

SBI、PLI、CAL等牙周指标均较修复前降低 ($P < 0.05$)。见表4。

表4 修复前后SBI、PLI、CAL指标比较 (颗, $\bar{x} \pm s$)				
时间	患牙数	SBI	PLI	CAL/mm
修复前	102	1.77 \pm 0.31	1.94 \pm 1.14	0.53 \pm 0.14
修复后6周	102	1.41 \pm 0.29 ^a	0.25 \pm 0.09 ^a	1.14 \pm 0.21 ^a
修复后6个月	102	1.25 \pm 0.24 ^a	0.21 \pm 0.07 ^a	1.19 \pm 0.34 ^a

注：^a表示与修复前比较， $P < 0.05$ 。

2.4 修复后并发症：修复12个月，102颗患牙，牙龈萎缩2颗，口腔感染1颗，牙齿咬合疼痛1颗，并发症总发生率为3.92%。

2.5 患者满意度：修复后12个月，患者对修复体形态、修复体色彩、修复体舒适满意度达93.41%及以上，见表5。

表5 修复后12个月患者满意度 [例 (%), $n=91$]					
项目	非常满意	满意	一般	不满意	满意度
修复体形态	63 (69.23)	25 (27.47)	2 (2.20)	1 (1.10)	88 (96.70)
修复体色彩	61 (67.03)	26 (28.57)	3 (3.30)	1 (1.10)	87 (95.60)
修复体舒适性	56 (61.54)	29 (31.87)	4 (4.40)	2 (2.20)	85 (93.41)

3 讨论

对于后牙牙体大面积缺损一般选择树脂填充和全冠修复，近期修复效果可靠，但是树脂材料长期使用容易老化磨损，全冠修复需磨除大量原有的健康牙齿组织，极大削弱了牙齿的支持力和抗折力^[8]。嵌体/高嵌体修复是依靠粘接技术在牙体内部嵌入修复体、恢复牙体尖窝形态的修复技术，适用于后牙缺损较大的临床病例，可有效降低过大拉应力引起的修复体折裂、脱落情况发生^[9-10]。另外，全瓷材料美观耐磨、性能稳定，全瓷嵌体弥补常规复合树脂填充的不足^[11]。由于近几年追求牙体美学和微创是口腔修复学发展的主流，越来越多的临床医生选择CAD/CAM全瓷高嵌体修复技术^[12]。CAD/CAM系统可精确设计修复体边缘及咬合接触，且CAD/CAM系统会以不同的颜色区别示意间距大小，便于临床医生精确调整修复体。已有研究表明，CAD/CAM技术设计的嵌体/高嵌体与相邻牙体组织颜色、外形更接近，边缘密合度高，基牙继发龋、牙周炎等并发症发生率低，整体治疗效果较好^[13-14]。

本研究选取了102颗缺损牙体应用CAD/CAM全瓷高嵌体修复，在修复后6个月和修复后12个月评价其形态、颜色、边缘密合度、折裂数、磨损、脱落、基牙继发龋等指标，

表3 修复前后GCF相关指标比较 (颗, $\bar{x} \pm s$)						
时间	患牙数	GCF-AST/ (μ IU)	GCF-ALP/ (μ IU)	IL-6/ (ng/L)	IL8/ (μ g/L)	TNF- α / (μ g/L)
修复前	102	352.57 \pm 62.74	41.24 \pm 12.47	14.03 \pm 1.12	42.47 \pm 6.83	7.11 \pm 2.01
修复后6周	102	382.49 \pm 70.48 ^a	47.26 \pm 14.71 ^a	15.14 \pm 1.49 ^a	45.91 \pm 7.74 ^a	8.34 \pm 2.49 ^a
修复后6个月	102	354.47 \pm 63.82 ^b	42.35 \pm 11.37 ^b	14.29 \pm 1.24 ^b	43.17 \pm 6.35 ^b	7.41 \pm 2.19 ^b

注：^a表示与修复前比较， $P < 0.05$ ；^b表示与修复前比较， $P > 0.05$ 。

修复后6个月的A级比率均高于97.02%，修复后12个月的A级比率高于或等于95.10%，整体牙体修复效果较高。本研究中仅有1例修复体出现了折裂，患者为男性，可能是由于咬合力过大，已对该修复体重新修复；有2例修复体基牙继发龋，可能是高嵌体边缘出现微小渗漏，细菌微生物聚集滋生形成龋损。

患者GCF的AST、ALP与牙周病的严重程度和活动期有一定的关系^[15]。若GCF-ALP水平增加，说明牙槽骨可能受到破坏或丧失，GCF-AST水平与牙周炎活动性破坏呈正相关^[16-17]。本研究结果显示，修复后6个月患牙AST、ALP水平与修复前相比差异无统计学意义，提示CAD/CAM全瓷高嵌体修复对于牙体缺损患者牙周组织和牙槽骨的影响较小，这与临床上其他CAD/CAM全瓷嵌体研究结果相符^[18]。另外，GCF炎症细胞因子水平是牙周炎症程度的重要指标，牙体受损或继发感染时，多种炎症细胞因子被激活，TNF- α 是关键的促炎因子，不仅促使IL-6和IL-8等炎症介质的产生与释放从而加重炎症反应，高浓度的TNF- α 还会使MHC-I抗原增强，刺激中性粒黏附内皮细胞，使骨基质钙化减少，影响破骨细胞成熟^[19]。本研究结果显示，患牙在修复后6个月GCF各炎症细胞因子水平与修复前相比差异无统计学意义，表明暂无继发感染的风险，但后续仍需持续监测，并注重牙齿清洁和维护。分析以上结果原因可能是全瓷高嵌体牙体预备时尽可能保留原有健康的牙体组织，CAD/CAM系统设计制作修复体具有更高的生物相容性、边缘适合性。

本研究显示，患牙修复后6周和6个月SBI、PLI、CAL指标均低于修复前，提示CAD/CAM全瓷高嵌体修复可减少牙龈出血和牙菌斑生长，改善牙周相关指标，有利于修复后牙周健康的维护。分析其原因可能是使用的全瓷材料高度抛光，牙菌斑不易聚集修复体表面；CAD/CAM系统设计制作修复体与牙体高度契合，粘接时便于清理折裂缝周围的粘接剂，减少对牙龈的刺激，同时全瓷高嵌体修复治疗牙体缺损使牙龈恢复正常，促进袋内壁胶原纤维生长，口腔内结缔组织修复再生，因此SBI减小。

综上所述，CAD/CAM系统设计全瓷高嵌体修复牙体缺损修复效果较好，龈沟液AST、ALP、IL-6、IL-8、TNF- α 在6个月时恢复正常，牙周指标SBI、PLI、CAL水平下降，无继发牙周疾病，并发症发生率较低且在干预后症状消失，患者满意度较高，可临床推广应用。

【参考文献】

- [1]强卫林,李雨轩.无髓后牙全瓷高嵌体修复的研究进展[J].华西口腔医学杂志,2018,36(4):447-451.
- [2]贾列妮,陈永进,张旻,等.后牙大面积缺损粘接间接修复牙体预备[J].实用口腔医学杂志,2023,39(2):268-272.
- [3]刘薇丽,王艺婷,随丽娜.下颌第二磨牙牙体缺损的两种修复方式

比较[J].郑州大学学报:医学版,2021,56(5):694-697.

- [4]肖莎,高承志,周冬平.全瓷高嵌体修复前磨牙缺损的近、远期效果及对牙功能的影响[J].上海口腔医学,2022,31(3):300-304.
- [5]李允允,江方方,郑衍亮,等.CAD/CAM高嵌体修复老年患者后牙牙体缺损的临床评价[J].实用口腔医学杂志,2019,35(4):575-578.
- [6]黄琛琛,潘丽娜,张伟,等.CAD/CAM全瓷高嵌体修复根管治疗后牙体缺损的临床评价[J].口腔医学研究,2016,32(10):1056-1059.
- [7]Cvar J F, Ryge G. Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials[J]. Clin Oral Investig, 2005,9(4):215-232.
- [8]司熙,李莉,李秋实,等.3种不同材料嵌体修复后牙II类洞牙体缺损对牙龈的影响及临床疗效分析[J].吉林大学学报:医学版,2018,44(4):815-819.
- [9]于淼,姚莉莉,王春红,等.2种材料嵌体用于后牙II类洞修复的临床效果比较[J].上海口腔医学,2018,27(1):61-64.
- [10]史恒瑞.3种不同材料修复无髓年轻第一恒磨牙的临床研究[J].实用口腔医学杂志,2021,37(2):216-219.
- [11]喻璐璐,顾卫平.三种椅旁CAD/CAM全瓷高嵌体的抗压强度[J].中国组织工程研究,2018,22(26):4128-4132.
- [12]况金鑫,吴昊泽,潘雅婷,等.计算机辅助设计与辅助制作全瓷嵌体冠修复无髓后牙效果的5年回顾性研究[J].中华口腔医学杂志,2022,57(10):1043-1047.
- [13]袁珊珊,王月秋,孙汪心悦,等.3种椅旁CAD/CAM修复材料耐磨性能和粘接强度的体外研究[J].实用口腔医学杂志,2022,38(5):601-607.
- [14]王晓燕,岳林.椅旁计算机辅助设计与辅助制作修复体边缘适合性的影响因素及控制对策[J].中华口腔医学杂志,2021,56(1):57-62.
- [15]曹伟玉,曹捷,刘宾益,等.2种不同种植体植入对种植体周围软组织的影响[J].上海口腔医学,2022,31(3):305-308.
- [16]薛筱霏,方芷昱,荆志慧,等.内窥镜下龈下刮治和根面平整治疗慢性牙周炎的疗效[J].中国医科大学学报,2021,50(11):981-985.
- [17]苏娟娟,张文玲,朱永翠.龈沟液IL-6和TNF- α 与孕妇牙周炎严重程度关系及机制分析[J].实用口腔医学杂志,2023,39(2):228-231.
- [18]曹桂珍,郭大伟,李亚芹,等.全瓷高嵌体用于根管治疗后牙体修复的临床观察[J].口腔颌面修复学杂志,2017,18(2):87-92.
- [19]Pluijm G, Most W, Wee-Pals L, et al. Two distinct effects of recombinant human tumor necrosis factor-alpha on osteoclast development and subsequent resorption of mineralized matrix[J]. Endocrinology, 1991,129(3):1596-1604.

[收稿日期]2023-07-31

本文引用格式:平浩浩,路亚涛,冯玉霞,等.CAD/CAM系统设计全瓷高嵌体修复牙体缺损的临床研究[J].中国美容医学,2025,34(4):172-175.