

CAD/CAM 全瓷冠与激光熔覆烤瓷冠边缘适合性的研究

翁蓓军 黄伟昊 李国强

(上海市口腔病防治院, 上海 200031)

【摘要】目的 比较 CAD/CAM 全瓷冠, 选择性激光熔覆技术 (selective laser melting, SLM) 制作的全冠以及传统工艺铸造冠的边缘适合性差异, 以期为临床提供参考依据。**方法** 通过切削技术制作铝合金试件, 且翻制前磨牙牙备后树脂试件 30 件, 将试件分为 SLM 组、CAD/CAM 组和铸造组 (对照组), 分别制作钴铬合金全冠以及全瓷冠, 在体视显微镜下观察各冠边缘与试件之间的距离。**结果** SLM 组的边缘间隙为 $(46.57 \pm 3.14) \mu\text{m}$, CAD/CAM 组为 $(45.24 \pm 2.25) \mu\text{m}$, 对照组为 $(68.54 \pm 7.57) \mu\text{m}$ 。SLM 组与 CAD/CAM 组的数据差异没有统计学意义 ($P > 0.05$), 但两者与对照组的数据差异具有统计学意义 ($P < 0.01$)。**结论** 3 种方法制作的全冠适合性均在临床可接受的范围内, 但采用 SLM 技术和 CAD/CAM 技术制得的全瓷冠其边缘适合性更接近美国牙科协会的标准, 值得推广应用。

【关键词】 计算机辅助设计 牙科铸造技术 选择性激光熔覆技术 边缘适合性

DOI: 10.11752/j.kqcl.2014.04.04

Comparative study of marginal adaptation of crowns by selective laser melting and CAD/CAM methods

Weng Beijun Huang Weihao Li Guoqiang

(Shanghai stomatological disease center, Shanghai 200031)

【Abstract】Objective The marginal adaptation of crowns fabricated by selective laser melting (SLM) and CAD/CAM methods was investigated to provide an experimental basis for clinic. **Methods** Co-Cr alloy full crowns fabricated by SLM, Wax-lost-casting and all-ceramic crowns by CAD/CAM were divided into three groups of 10 samples in each group. Distance between each crown's margin and the abutment was recorded at 50 points randomly using a measuring microscope at a magnification of $\times 100$. The results were analyzed with one-way ANOVA and Tukey's multiple comparison test at a significance level of 0.05. **Results** The gap between SLM crowns and the abutments was $(46.57 \pm 3.14) \mu\text{m}$, $(45.24 \pm 2.25) \mu\text{m}$ for CAD/CAM crowns and $(68.54 \pm 7.57) \mu\text{m}$ for wax-lost-casting crowns. There were no significant difference between the SLM group and the CAD/CAM group ($P > 0.05$), while there were significant difference between the SLM or the CAD/CAM group and the wax-lost-casting group ($P < 0.01$). **Conclusions** Co-Cr alloy full crowns fabricated by three methods provided acceptable marginal adaptation in clinic, and the marginal adaptation of SLM and CAD/CAM crowns was closed to America Dental Association standards. It is worthy of clinical popularization and application.

【Key words】 Computer-aided design Dental casting technique Selective laser melting Marginal adaptation

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术制

作出的全瓷修复体精度已经超过了传统的技师手工加工出的全瓷修复体^[1,2]。而选择性激光熔覆技术 (Selective laser melting, SLM) 亦是快速成型技术

之一^[3], 这是一种根据 CAD 所设计的轮廓通过层层叠加的方式得到最终成品的方法, 该技术能应用于结构复杂的个性化产品的生产, 并且成品具有良好的尺寸精度, 所需的后期加工也更简单化^[4,5]。

修复体边缘与基牙边缘的密合度, 对于修复体的长期成功是非常重要的。不良的边缘适应性对基牙和牙周组织都会造成伤害, 同时也会给细菌吸附的空间, 导致基牙的继发龋, 引发牙龈组织的炎症, 甚至出现应力, 缩减修复体的寿命。

本文选取 CAD/CAM 系统制作高强度氧化锆全瓷冠、SLM 系统制作钴铬合金铸造冠和传统铸造冠, 比较其边缘适合性, 为临床应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料与设备

1.1.1 SLM 所需材料与设备

钴铬熔合金粉末 (BEGO, 德国)、光学扫描系统 (BEGO, 德国)、选择性激光熔覆机 (BEGO, 德国)、铸造蜡 (Renfent, 德国)、钴铬合金及磷酸盐专用包埋材料 (BEGO, 德国)、离心铸造机 (天津市医院设备厂)、喷砂机 (Renfent, 德国)、氧化铝砂粒 (60 目, Renfent, 德国)。

1.1.2 CAD/CAM 所需材料与设备

德国 KAVO Everest 系统, 包括扫描系统、设计软件系统 (CAD)、研磨仪、烧结炉等。材料包括预烧结钕稳定型氧化锆坯料、CEREC Optispray

消光喷粉 (德国西诺德牙科设备有限公司)、专用可塑树脂和包埋蜡。

1.1.3 其他

V12 立体显微镜 (德国蔡斯公司), SPOT Advanced Software Ver 4.6 图像处理软件。

1.2 试件制作

试件形状设计见图 1, 制作树脂试件共 30 件。试件要求清晰, 尺寸及角度误差小于 0.1%, 表面光洁。实验分为 CAD/CAM 组、SLM 组和传统铸造组 (对照组), 每组 10 件。

1.3 SLM 组修复体制作

采用光学扫描系统获得铝合金模型数据。为防止涂布间隙保持剂不匀而影响精确度, 实验未预留粘接剂的间隙。冠修复体厚度均匀为 1.0 mm, SLM 制作冠修复体, 无需喷砂, 超声清洗 15 min。

1.4 CAD/CAM 组修复体制作

采用与 SLM 相同的参数制作全瓷冠。应用计算机辅助加工预烧结钕稳定型氧化锆坯料, 用专用树脂包埋, 在研磨仪上作冠桥内面切削, 然后用 Everest 包埋蜡包埋后再进行冠桥外面的切削。

1.5 对照组修复体制作

常规制作冠蜡型, 厚度为 1.0mm, 磷酸盐专用包埋料包埋、离心铸造钴铬冠, 喷砂抛光。

1.6 显微镜观察

使用立体显微镜, 在 100 倍放大倍数下, 随机选取冠边缘的起始点, 其后顺时针每旋转约 7°

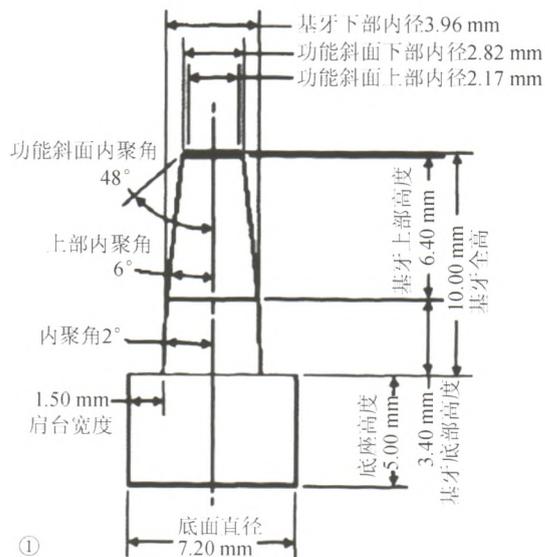


图 1 试件的直观图和示意图

取点,共 50 个,每个点均向树脂试件边缘线作垂线,使用图像处理软件获取冠边缘 50 个点到树脂试件边缘之间的距离,记录数值(图 2)。

1.7 统计学分析

利用 SPSS12.0 软件,使用单因素方差分析及 turkey 检验比较两组数据间的差异, $\alpha=0.05$ 。

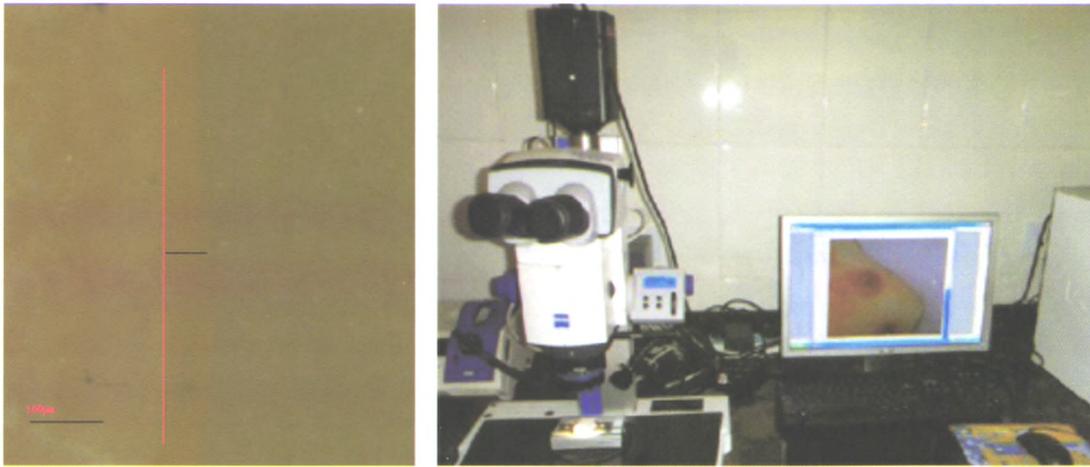


图 2 立体显微镜及测量过程

(注:红线为树脂试件边缘,中部黑线为冠边缘选取点到试件边缘线的垂线)

2 结果

3 组的冠边缘间隙值见表 1, SLM 组与 CAD/CAM 组间的数据差异没有统计学意义($P > 0.05$),但两者与对照组的差异具有统计学意义($P < 0.01$)。显微镜观察显示,各组冠边缘均光滑连续,SLM

组与 CAD/CAM 组之间的间隙大小相近,铸造组的间隙相对其他两组稍大(见图 3)。

表 1 3 组边缘间隙值的比较 (μm , $\bar{x} \pm s$, $n=10$)

	SLM 组	CAD/CAM 组	传统铸造组
边缘间隙	46.57 ± 3.14	45.24 ± 2.25	68.54 ± 7.57

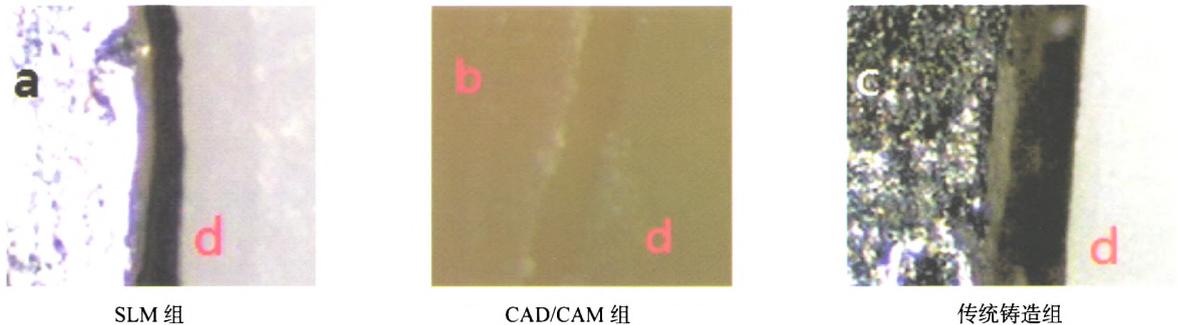


图 3 光镜下各组边缘的适合性 ($\times 100$ 倍)

a: SLM 钴铬合金铸造全冠; b: KAVO 氧化锆全瓷冠; c: 传统钴铬合金铸造冠; d: 树脂试件

3 讨论

通常口腔内测量边缘适合性能提供较真实的结果,而体外测量更容易重复并且可排除临床难以控制的因素。在体外测量中,应该考虑天然牙还是不锈钢或树脂代型。由于天然牙的年龄、个体结构及拔除后储存时间的差异较大,难以得到标准化的基牙;而树脂或不锈钢可获得标准化预备的基牙,但却不能反映牙体预备后牙体硬组织

的微观结构和提供粘接剂与牙本质化学机械作用的信息,本实验力求尽可能准确地描述修复体的边缘适合性,所以选择了标准化模型^[6,7]。

本实验通过光学显微镜来测量分析 CAD/CAM 全瓷冠,SLM 钴铬合金烤瓷冠的边缘间隙,Groyen M^[8] 等人认为:光学显微镜和电镜(SEM)在精确度上无显著的差异。观察角度及测量方式会对其值有较大影响,如果从冠向根方或者垂直牙体长轴方向观测,由于角度的取向,所得值必将减小,

并且可能会大大低于实际间隙宽度。本实验中特别强调观测方向应该垂直于修复体与牙体两者边缘线之间的连线,从而将此影响减到最小。在固定装置的使用上,有文献报道^[9]20~30N的力就可使冠与基牙紧密结合,故本次实验装置加载力为30N。

目前对于试验的测量位点数确定各不相同(几个点~50个点)。测定的位点数可影响边缘缝隙的测量结果。需测量的最少位点数由间隙的变化和所要求达到的精度决定。Groten等^[10]研究认为:测50个点左右是最适合的,最少也要测20~25个点,仅测量几个点的试验结果抽样误差较大,不能较好地反映整个冠的平均边缘缝隙。对于测量位点的分布,他认为随机选取测量点可能较均匀,间隙选点有误差,但两者的试验结果无显著差异。本研究选择了50个测量点,在一定程度上提高了实验数据的可信度。

一直以来,修复体的边缘适合性是衡量修复体临床质量的重要指标之一,它直接影响到修复体的寿命、固位、美观、牙周组织的健康以及牙体颈部是否易形成龋坏,是修复成败的关键^[11]。修复体边缘间隙是适合性的代表指标,美国牙科协会(ADA)规定其应为25~40 μm ^[12],但在实际临床中几乎达不到该要求,现在常用的最大临床接受值为120 μm ,由McLean和Von Fraunhofer在一份5年临床研究结果中提出,即修复体边缘至牙预备体边缘的垂直距离应小于120 μm ^[13]。从本实验得到的数据看,3组冠的边缘间隙均达到了临床可接受的范围内,SLM铸造冠以及CAD/CAM全瓷冠更接近于ADA的标准要求。

本研究结果显示,与传统铸造法制作的全冠相比,SLM制作的全冠和CAD/CAM制作的全瓷冠与基牙的适合性更好。SLM通过较高的激光能量密度,将一定层厚的金属粉末全部熔融,生成金属零件CAD模型切片厚度的实体,并重复上述过程,直至制作出高密度金属零件。SLM与CAD/CAM全瓷冠的制作没有蜡型和铸造等环节,因此,可避免由于蜡型变形、包埋料与合金不匹配以及铸造失误造成的修复体适合性差、组织面有小瘤或表面缩孔等现象^[14]。且制成的全冠修复体有更好的稳定性与可重复性,其中SLM法制作的全冠与基牙的密合程度更高。SLM技术与CAD/CAM技术制作全冠可在保证修复体质量的同时提高工

作效率,值得在临床进一步推广应用。

4 结论

SLM和CAD/CAM两种技术制得的全瓷冠均比传统铸造冠在边缘适合性上优势更明显,而它们两者之间的差距较小。均值得在临床上推广应用,但究竟选择哪一种技术还应根据患者的经济情况,修复牙位等具体情况而定。

参考文献

- 1 In-Sung Yeo, Jae-Ho Yang, Jai-Bong Lee. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. *J Prosthetic Dent*, 2003, 90: 460-464.
- 2 Wael Att, Futoshi Komine, Thomas Gerds, Dr Rer Nat. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. *J Prosthetic Dent*, 2009, 101: 239-247.
- 3 柴枫, 赵钦民, 李涤乍. 快速成型技术在医学中的应用. *口腔颌面修复学杂志*, 2004, 5(1): 63-65.
- 4 Kruth J-P, Levy G, Klocke F. Consolidation Phenomena in Laser and Powder-bed Based Layered Manufacturing. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2007, 56(2): 730-759.
- 5 E Yasa, JP Kruth, J Deckers. Manufacturing by combining Selective Laser Melting and Selective Laser Erosion/laser re-melting. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2011, 60(1): 263-266.
- 6 Wolfart S, Wegner SM, Al-Halabi A, et al. *Int J Prosthodont*, 2003, 16(6): 587-592.
- 7 Beschmidt SM, Strub JR. *J Oral Rehabil*, 1999, 26(7): 582-593.
- 8 Gorten M, Girthofer Porbster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *J Oral Rehabil*, 1997; 24: 871-881.
- 9 Kyu-Bok LEE, Charn-Woon PARK, Kyo-Han KIM. Marginal and Internal Fit of All-ceramic Crowns Fabricated with Two Different CAD/CAM Systems. *Dental Materials Journal*, 2008; 27(3): 422-426.
- 10 Groten M, Axmann D, Probst L, et al. *J Prosthet Dent*, 2000, 83(1): 40-49.
- 11 Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, et al. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent*, 1991; 65(3): 357.
- 12 Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent*, 2006, 96(6): 433-442.
- 13 Wassell RW, Walls AW, Steele JG. Crowns and extracoronary restorations: materials selection. *Br Dent J*, 2002, 192(4): 199-202.
- 14 忻贤贞, 魏斌. 选择性激光熔化技术在口腔医学中的应用[J]. *口腔材料器械杂志*, 2012, 21(1): 35-37.

(收稿日期: 2014-03-20 修回日期: 2014-06-23)