论著

文章编号:1000-5404(2012)13-1336-04

光学成像粉对全冠数字化模型精度的影响

谭发兵,金 萍,吴树洪,张 薇 (400015 重庆,重庆医科大学附属口腔医院修复工艺科)

[摘要] **目的** 研究 Cerec inlab MC XL 系统光学成像粉对数字化模型精度的影响。**方法** 制备一标准右上第一磨牙全冠预备体模型,并复制 8 个石膏扫描代型。每个代型采用 inEos 扫描单元获取喷粉前后的数字化模型,采用 inlab 3.65 软件测量每个数字化模型边缘、肩台、轴面、窝沟、牙尖区域喷粉前后的变化情况。最后采用 SAS 软件对实验数据进行统计分析。**结果** 数字化模型各区域 1 周前后的测量值无统计学差异($P>0.05$);喷粉后的数字化模型质量较喷粉前好,光学成像粉对数字化模型边缘、肩台、轴面、窝沟、牙尖区域的影响值分别为(0.073 ±0.042)、(0.106 ±0.077)、(0.044 ±0.025)、(0.128 ±0.060)、(0.102 ±0.056)mm,各区域影响值比较差异显著($P<0.01$)。**结论** 光学成像粉对全冠数字化模型各区域的影响是不同的,对殆面和肩台的影响大于边缘和轴面,提示不同区域喷粉时要区别对待。

[关键词] esthetic-base 石膏;数字化模型;光学成像粉;模型精度;计算机辅助设计与辅助加工

[中图法分类号] R783.1; R319 [文献标志码] A

Effect of optical imaging powder on accuracy of digital model of full crowns

Tan Fabing, Jin Ping, Wu Shuhong, Zhang Wei (Department of Dental Laboratory, Hospital of Stomatology, Chongqing Medical University, Chongqing, 400015, China)

[**Abstract**] **Objective** To determine the effect of optical imaging powder on the accuracy of digital model of full crowns in Cerec inlab MC XL system. **Methods** A upper first right molar in the standard model were prepared, and 8 scanned models made of esthetic-base gypsum were duplicated, of which each model including digital models were digitally imaged by scanning in inEos unit before and after powder spraying. The changing paradigm of each digital model at its marginal area, shoulder area, axial area and pit and fissure of occlusal areas were measured by inlab 3D software (version 3.65). Finally, the results were analyzed statistically by SAS programs. **Results** No statistical difference was observed between the two reports of the digital model before and after a week ($P>0.05$) in terms of measured values. The resolution of digital model after powder spraying was better than before, and optical imaging powder had certain effect on the model's marginal area, shoulder area, axial area, and pit and fissure of occlusal areas. The floor impact counter of them were 0.073 ±0.042, 0.106 ±0.077, 0.044 ±0.025, 0.128 ±0.060 and 0.102 ±0.056 mm respectively. Such differences were considered with statistical significance ($P<0.01$). **Conclusion** Optical imaging powder has different effect on the accuracy of digital model in different area, which shows stronger on shoulder and occlusal area than on marginal and axial area. It is suggested that different regional spray powder should be treated differently.

[**Key words**] esthetic-base gypsum; digital model; optical imaging powder; accuracy of digital model; computer aided design/computer-aided manufacture

Corresponding author: Wu Shuhong, Tel: 86-23-89035801, E-mail: mulingsheng@163.com

随着数字化技术在牙科领域的渗透和扩展,计算机辅助设计与辅助加工(computer aided design /computer-aided manufacture, CAD/CAM)工艺正变得越来越重要,其最大的优点在于采用了直观的数字印模技术[1]。与机械测量方法相比,数字印模技术可以快速、无损伤地获得牙预备体的数字化模型[2]。但是,为了避免牙预备体表面反光现象对数字化模型图像的影响,采集数字印模前需要在牙预备体表面喷涂光学成像粉,这样就可能在牙预备体表面形成一层额外的间隙,从而改变牙预备体表面的几何形态,影响修复体内部的适合性[3-4]。以往的研究[5-6]表明 CAD/CAM 美学陶瓷的椅旁修复(chairside economical restoration

[通信作者] 吴树洪,电话:(023)89035801,E-mail: mulingsheng@163.com

of esthetic ceramics, Cerec) 系统的扫描单元具有良好的成像精度。但到目前为止,国内尚少有关光学成像粉对全冠数字化模型不同部位精度影响的报道。本研究采用在 CAD/CAM 全瓷石膏Ⅳ型(又称 esthetic-base 石膏)制作的全冠预备体上喷粉,以确定光学成像粉对全冠数字化模型不同区域适合性精度的影响大小。

1 材料与方法

1.1 实验材料及设备

Cerec Inlab MC XL 系统及 inlab 3D 软件(版本 3.65,Sirona 公司,德国);光学成像粉(Vita 公司,德国);全冠预备体模型(义齿制作有限公司提供);真空搅拌机(Whip-Mix 公司,美国);硅橡胶材料(Elite Double 22,Zhermack 公司,意大利);esthetic-base 石膏(Dentona 公司,德国)。

1.2 实验方法

1.2.1 模型的设计及复制 技工室制作一金属材质右上颌第一磨牙全冠预备体模型,其规格为 15°聚合度、1.0 mm 宽的深凹面形肩台。牙预备体肩台边缘下分别设计一定宽度和深度的沟作为光学扫描后分割数字化模型的定位标志(颊、舌、近中、远中各 1 条)。将该预备体模型翻制成高质量的硅橡胶阴模[1,6],根据厂家要求真空条件下灌注石膏模型,最终获得规格相同的石膏模型 8 个,备用。

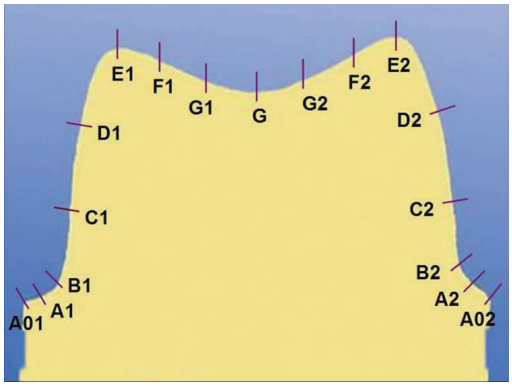
1.2.2 数字化模型的获取 任选一石膏模型放置在 inEos 扫描单元底座上,调试 inEos 扫描单元的焦距,得到其清晰完整的数字化图像;然后固定该石膏模型在底座上的位置并画出边缘线,以保证每个石膏模型扫描时的位置不变。

然后将复制得到的 8 个模型进行编号,分别对每个石膏模型进行不喷粉和喷粉处理采集光学印模。参照厂家说明和临床应用喷涂成像粉。喷粉时,调定喷压装置的推进压力设为 0.3 MPa(3 bar),喷嘴距离牙预备体表面约 2.5 cm,向下喷涂牙预备体的四个轴面(成 45°角)和𬌗面(成 90°角)各 1 次,每次将推进阀按压到最低部即放开。完成喷涂的牙预备体及其附近取像区域应避免形成小丛,肉眼观察密度和厚度差异应不显著。最后在计算机界面上得到 8 对位置和角度一致且能反映目标表面细节的数字化图像。

1.2.3 数字化模型的测量

1.2.3.1 模型分割 在 Cerec inlab MC XL 系统界面上,应用 inlab 3D 软件的“虚拟切割”功能将获得的数字化模型沿颊舌、近远中向标志点作分割。为保证每个数字化模型分割位置相同,每次分割前将模型调整到同一三维坐标进行。数字化模型作虚拟分割后形成两对完全相同的剖面,将每次分割后的 1 个剖面纳入实验测量。

1.2.3.2 测量位点 参照 Quante[7] 的研究方法,选取每个剖面的 17 个位点作为评价成像粉对数字化模型影响的参考位点(图 1)。这些位点通过 Cerec inlab MC XL 系统界面上的“高度测量工具”定位获取。界定 A01、A02 代表牙预备体边缘区域;A1、A2、B1、B2 为肩台区域;C1、C2、D1、D2 为轴面部分;E1、E2、F1、F2 为𬌗面牙尖区域;G、G1、G2 为𬌗面上窝沟区域。



A01、A02:边缘点;A1、A2:肩台中点;B1、B2:肩台与轴面切线相交投影点;C1、C2、D1、D2:轴面三等分点;F1、F2、G1、G2:牙尖与窝沟三等分点

图 1 数字化模型剖面测量示意图

1.2.3.3 测量方法 按照配对设计方法,由 1 名实验者采用 inlab 3D 软件上的“Distance”工具和“高度测量”功能,分别测量喷粉前后每对数字化模型上 A1、A2、B1、B2、E1、E2、F1、F2、G1、G2 位点的高度参数以及 C1C2、D1D2 位点连线的直线参数,每个项目测量 3 次,取平均值。喷粉前后相同测量项目之间的差值即为光学成像粉对数字化模型的精度影响值。其中,C1C2、D1D2 为轴面上双侧的精度影响值;为减少测量误差和验证系统测量的可重复性,1 周后由同 1 名实验者按照相同的方法再分别测量各项目。

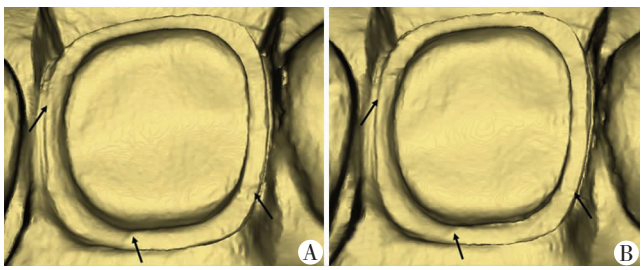
1.3 统计学分析

用 SAS 9.2 软件对实验数据进行统计分析,各测量区域喷粉前、喷粉后、喷粉前后差值以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不同测量区域比较采用单因素方差分析,两两比较采用 SNK-q 检验。相同区域 1 周前后 2 次测量比较采用 t 检验和方差齐性检验。

2 结果

2.1 数字化模型喷粉前后表面形貌观察

肉眼观察,喷粉前后的 esthetic-base 石膏均能获得较高质量的数字化模型(图 2)。但就细节而言,与喷粉后相比,喷粉前的数值化模型表面略显粗糙,与邻牙相近的肩台边缘欠清晰连续,舌侧和邻舌转角处肩台可见切迹阴影和小缺损。而喷粉后的模型表面均一、轮廓清楚,线角清晰完整,未见明显阴影或缺损。



A:喷粉前;B:喷粉后 ↑:示切迹阴影和小缺损

图 2 喷粉前后数字化模型表面形貌观察

表1 1周前后数字化模型各区域的测量值比较(mm, $n=8$, $\bar{x}\pm s$)

测量值	边缘		肩台		轴面		牙尖		窝沟	
	1周前	1周后	1周前	1周后	1周前	1周后	1周前	1周后	1周前	1周后
喷粉后	5.795±1.095	5.781±1.086	6.077±1.081	6.051±1.067	7.539±0.594	7.523±0.596	8.800±0.309	8.752±0.292	8.369±0.177	8.368±0.183
喷粉前	5.722±1.090	5.708±1.084	5.970±1.076	5.950±1.073	7.495±0.585	7.479±0.588	8.692±0.295	8.651±0.293	8.243±0.165	8.239±0.162
差值	0.073±0.044	0.073±0.040	0.107±0.077	0.105±0.078	0.044±0.029	0.044±0.022	0.102±0.058	0.101±0.054	0.126±0.066	0.129±0.056

2.2 光学成像粉对数字化模型精度影响的测量结果

2.2.1 测量的可重复性检测 1周前后数字化模型各区域的测量结果如表1所示。经统计学检验,各区域1周前后2次测量获得的实验数据比较均无统计学差异($P>0.05$),说明Cerec inlab MC XL系统的测量可重复性好,测量误差对研究结果的影响较小。

2.2.2 光学成像粉对不同区域精度的影响 全冠数字化模型喷粉前后测量的最小差异值为轴面0.001 mm,最大差异值为殆面窝沟区域0.311 mm。表1中各区域1周前后测量数据一同纳入统计,得到全冠数字化模型在边缘、肩台、轴面、窝沟、牙尖区域喷粉前后测量的差异值分别为(0.073±0.042)、(0.106±0.077)、(0.044±0.025)、(0.128±0.060)、(0.102±0.056) mm。经统计学检验,各区域存在明显差异($P<0.01$),其中,光学成像粉对边缘和轴面的影响较小,对殆面和肩台的影响较大;就殆面而言,对窝沟区域的影响较牙尖区域大,提示在椅旁或技工室牙预备体表面要考虑差异化喷涂成像粉。

3 讨论

3.1 关于扫描代型材料和实验的相关设计

在前期的研究[1,8]中已经证实inEos扫描单元对未喷粉的普通超硬石膏模型表面的识别效果较差。因此,本实验选择了CAD/CAM全瓷石膏Ⅳ型制作扫描代型。该石膏灌注的模型无需使用光学成像粉便能够能够获得较高质量的数字化表面,因而避免了数字化模型的成像质量影响测量结果。

本研究选用的上颌第一磨牙牙预备体选择了15°聚合度、1.0 mm宽的凹面形肩台,并保留了殆面牙尖、窝沟等基本的解剖特征,这样的牙预备体形态符合临床牙体预备的实际情况。由1周前后相同实验人员重复测定数字化模型剖面上具有代表性的位点,能更准确反映光学成像粉对数字化模型表面的影响。此外,本实验采用配对设计来研究喷粉前后的数字化模型精度,能尽可能控制某些非处理因素对实验结果的影响,从而保证实验结果的可靠性。

3.2 关于光学成像粉的应用方式

目前临床使用的光学成像粉是由不同构成比例的氧化钛、氧化锆、氧化锌、多糖、滑石粉以及乳糖等组成的,能较好地满足临床需要。国外学者对其应用方式进行了研究。1990年,Meyer等[9]研究了光学成像粉的6种不同使用方式在嵌体洞型的侧壁、洞底、殆面边缘的厚度,结果显示丁烷推进剂方式同其他碳氢化合物推进方式一样有效,但是空气推进系统避免了任何化学污染。1995年,Hembree等[10]利用体视显微镜的成像分析系统,分别比较了气雾法、空气法、涂刷法使用成像粉对修复体适合性的影响,结果发现气雾法、空气法的修复体表面适合性没有统计学差异,涂刷法使嵌体获得了更好的适合性。但临床应用时,因液态涂布法难以获得理想的溶液状态,容易出现不均匀的情况。以上研究表明,以往还没有一种能完全满足临床需要的成像粉使用方式。但是,近年出现的一种革新的压缩空气喷涂法使获取的光学印模质量达到了一个新的水平,是Cerec3D/Inlab MC XL系统牙预备体推荐使用的方法[8,11]。因而,在本实验中也使用了压缩空气喷涂法这种方法。

3.3 光学成像粉对数字化模型精度的影响

全冠边缘浮出量应不大于120 μm,该观点得到了大多数学者[12-13]的认可;而对于冠内部适合性,Hickel[14]、Mou等[15]学者认为200~300 μm之间是可以接受的。据这些学者的研究结果,本实验得到的光学成像粉对全冠数字化模型精度的影响值并未超出全冠适合性的可接受范围。但需要指出的是,本实验得到数字化模型精度反映的应是一个合成精度,它包含了设备测量精度和软件重构精度[16]。因此,实验测得的光学成像粉的影响值尚不能认为是光学成像粉在牙预备体表面的实际厚度,而对于光学成像粉影响值标准差偏移较大的实验结果,可能与牙预备体表面各区域不均一的形态有关。此外,实验结果显示光学成像粉对殆面和肩台的影响较边缘和轴面大,可能还与成像粉的喷涂方向存在相关性——同等条件下,向下喷涂的光学成像粉因受重力影响可能比向上喷涂更易沉积在牙预备体肩台和殆面区域。为证实这一推测,尚需进一步研究在患者或仿头模口内将光学成像粉喷涂于上颌牙预备体获得的数字化模型各区域的精度情况。

综上,实验结果显示成像粉对各区域的影响不同,提示临床及技工室在牙预备体不同区域喷粉时应考虑在喷涂频率、角度方面差异化对待,以尽可能实现喷粉对牙预备体表面的影响均衡。

参考文献：

[1] 谭发兵，王璐，付钢，等. 不同光学印模法对全瓷冠边缘和内部适合性影响的实验研究[J]. 华西口腔医学杂志，2010，28(1)：29－33.

[2] Mehl A，Gloger W，Kunzelmann K H，*et al*. A new optical 3-D device for the detection of wear[J]. J Dent Res，1997，76(11)：1799－1807.

[3] Luthardt R G，Bornemann G，Lemelson S，*et al*. An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing[J]. Int J Prosthodont，2004，17(6)：680－685.

[4] Luthardt R G，Loos R，Quaas S. Accuracy of intraoral data acquisition in comparison to the conventional impression[J]. Int J Comput Dent，2005，8(4)：283－294.

[5] Mehl A，Ender A，Mormann W，*et al*. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera[J]. Int J Comput Dent，2009，12(1)：11－28.

[6] 谭发兵，王璐，金萍，等. Inlab MC XL 系统 3 种全瓷冠边缘和内部适合性的实验研究[J]. 中国医科大学学报，2011，40(1)：53－56.

[7] Quante K，Ludwig K，Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology[J]. Dent Mater，2008，24(10)：1311－1315.

[8] Kurbad A. The optical conditioning of Cerec preparations with scan spray[J]. Int J Comput Dent，2000，3(4)：269－279.

[9] Meyer B J，Mormann W H，Lutz F. Optimization of the powder application in the Cerec method with environment-friendly propellant systems[J]. Schweiz Monatsschr Zahnmed，1990，100(12)：1462－1468.

[10] Hembree J H Jr. Comparisons of fit of CAD-CAM restorations using three imaging surfaces[J]. Quintessence Int，1995，26(2)：145－147.

[11] Beuer F，Aggstaller H，Edelhoff D，*et al*. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers[J]. Dent Mater，2009，25(1)：94－102.

[12] Gonzalo E，Suarez M J，Serrano B，*et al*. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation[J]. J Prosthet Dent，2009，102(6)：378－384.

[13] Tsitrou E A，Northeast S E，van-Noort R. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM[J]. J Dent，2007，35(1)：68－73.

[14] Hickel R，Dasch W，Mehl A，*et al*. CAD/CAM--fillings of the future?[J]. Int Dent J，1997，47(5)：247－258.

[15] Mou S H，Chai T，Wang J S，*et al*. Influence of different convergence angles and tooth preparation heights on the internal adaptation of Cerec crowns[J]. J Prosthet Dent，2002，87(3)：248－255.

[16] 吴树洪，王璐，萧智利，等. CEREC 3D/inlab MC XL 系统 5 种扫描方法构建数字化模型精度的对比研究[J]. 第三军医大学学报，2011，33(2)：200－203.

（收稿：2011-11-11；修回：2011-12-11）

（编辑 张 维）

（上接 1335 页）

HPS 在亚洲国家发病率较高[2]。而寄生虫感染相对少见，特别是黑热病感染引起噬血细胞综合征国内仅见零星报道[3]，而目前国内黑热病发病率有上升趋势，特别是来自新疆、西藏等地的发热患者需密切注意有无黑热病可能[4]。

噬血细胞综合征是各种致病因素导致免疫系统过度激活，组织细胞/巨噬细胞的过度增生和活化，并导致组织浸润，产生和释放大量细胞炎性因子如 TNF-α、IL-6，IL-8、IL-10、INF-γ 等，形成高细胞因子血症的一种反应性疾病，细胞因子的瀑布级联反应是造成各种病理性损害、产生各种临床症状的主要原因[5]。而该例患者在确诊噬血细胞综合征后，给予丙种球蛋白减轻细胞因子风暴，环孢素和激素抑制免疫治疗后，患者体温即恢复正常，各项治疗指标恢复正常。因此，未按照 HLH-2004 方案使用 VP-16 治疗即取得满意疗效，提示黑热病诱发的噬血细胞综合征可能较 EB 病毒感染诱发的噬血细胞综合征轻以及治疗反应好。而患者在 HLH-2004 方案治疗 1 个月后再次发热，复查血常规、甘油三酯、铁蛋白等基本正常，并经过骨髓检查以及黑热病抗体检测最终明确诊断为黑热病，提示患者噬血细胞综合征是继发于黑热病，其原因可能是利氏曼原虫启动了免疫系统的活化机制导致机体免疫功能紊乱，引起单核/巨噬细胞系统反应性增生、释放大量细胞因子所致。但该例患者在诊断噬血细胞综合征时曾行骨髓穿刺检查以及黑热病 rk39 抗体检查均为阴性，其原因可能是：患者黑热病感染时间短，处于间歇期，黑热病原虫少，骨髓不易找到[6]，而 rk39 诊断试条检测黑热病抗原虽然阳性率较高达到 96.07%[7]，但患者由于黑热病并发了噬血细胞综合征，其免疫反应可能被噬血细胞综合征细胞因子风暴所掩盖，而噬血细胞综合征控制后，黑热病本身的免疫反应得以体现，因此，再次行 rk39 检测结果为阳性，并给予葡萄糖酸锑治疗后好转。

参考文献：

[1] Henter J I，Horne A，Arico M，*et al*. HLH-2004：Diagnostic and therapeutic guidelines for hemophagocytic lymphohistiocytosis[J]. Pediatr Blood Cancer，2007，48(2)：124－131.

[2] 王剑利，何爱丽，牛钰，等. EB 病毒感染相关的成人噬血细胞综合征临床分析[J]. 临床血液学杂志，2010，23(9)：546－548.

[3] 李国辉，范玉贞，郝森旺，等. 噬血细胞综合征 30 例临床分析[J]. 临床血液学杂志，2011，24(5)：276－278.

[4] 王兆俊，熊光华，管立人. 新中国黑热病流行病学与防治成就[J]. 中华流行病学杂志，2000，21(1)：51－54.

[5] Wong C K，Wong B C，Chan K C，*et al*. Cytokine profile in fatal human immunodeficiency virus tuberculosis Epstein-Barr virus associated hemophagocytic syndrome[J]. Arch Intern Med，2007，167(17)：1901－1903.

[6] 中华人民共和国卫生部. WS258－2006 黑热病诊断标准[S]. 北京：人民卫生出版社，2006.

[7] 李国茹，段明，蒋朝东，等. 重组抗原(rk39)试纸条诊断黑热病[J]. 寄生虫病与感染性疾病，2005，3(1)：14－115.

（收稿：2012-04-10；修回：2012-05-18）

（编辑 王 红）