·论著·

新型硅橡胶印模消毒流程对模型精度的影响

张佳园[1,2] 魏凌飞[3] 刘晶[1] 邬春兰[1] 叶丽娟[1] 于德栋[1]

[1]上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔第二门诊部,上海交通大学口腔医学院,国家口腔医学中心,国家口腔疾病临床医学研究中心,上海市口腔医学重点实验室,上海市口腔医学研究所,上海 201999;[2]杭州医学院存济口腔医学院 杭州医学院附属口腔医院,杭州 310012;[3]滨州医学院附属烟台口腔医院口腔种植科,烟台 264003

通信作者:于德栋,Email:yudedong@sjtu.edu.cn

【摘要】 目的 评价新型口腔印模清洗消毒流程对于硅橡胶材料牙科印模精度的影响。**方法** 对16名青年志愿者制取硅橡胶口腔印模(每人上下颌各2次),采用口内扫描仪对牙列进行扫描(每人上下颌各1次),将得到的扫描数据作为参考数据。每位志愿者的2对硅橡胶印模分别编号为1组和2组,其中1组不消毒,2组按照新型硅橡胶印模清洗消毒流程对口腔印模进行处理。将受试者的所有口腔印模进行标准的石膏灌注和脱模,并通过仓式扫描仪对石膏模型进行扫描,获得测试数据。分别配准对比分析每名志愿者的测试数据与参考数据,将误差的均方根(RMS)作为评价测试模型与参考模型间偏差的指标参数。比较各组模型之间的数值偏差并对三维偏差色谱图进行可视化分析,从多个维度分析比较模型精度差异。**结果** 上颌牙列消毒前后模型RMS偏差分别为(0.41±0.21)和(0.49±0.19) mm;下颌牙列消毒前后模型RMS偏差分别为(0.46±0.26)和(0.38±0.13) mm。硅橡胶印模上下颌牙列消毒前后模型精度差异均无统计学意义($t_{上颌}=-1.139$,$P_{上颌}=0.272$;$t_{下颌}=1.113$,$P_{下颌}=0.283$)。**结论** 该新型硅橡胶口腔印模清洗消毒流程对模型精度没有显著影响,在临床实践操作中具有良好的可行性。

【关键词】 口腔印模; 消毒流程; 模型精度; 硅橡胶印模

基金项目:国家自然科学基金(52175422、32101094);上海市卫生健康委员会卫生行业临床研究专项(202240194);上海交通大学医学院附属第九人民医院"交叉"研究基金项目(JYJC202114);上海交通大学医学院附属第九人民医院基础研究助推计划(种子基金,JYZZ145)

引用著录格式:张佳园,魏凌飞,刘晶,等. 新型硅橡胶印模消毒流程对模型精度的影响[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2023,17(4):285-291.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.009

Effect of new silicone rubber impression disinfection process on model accuracy

Zhang Jiayuan[1,2], Wei Lingfei[3], Liu Jing[1], Wu Chunlan[1], Ye Lijuan[1], Yu Dedong[1]

[1]Department of Second Dental Center, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Center for Stomatology; National Clinical Research Center for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology, Shanghai Research Institute of Stomatology, Shanghai 201999, China; [2]Hangzhou Medical College·Cunji College of Stomatology, Affiliated Stomatological Hospital of Hangzhou Medical College, Hangzhou 310012, China; [3]Yantai Stomatological Hospital Affiliated to Binzhou Medical College, Department of Oral Implantation, Yantai 264003, China

Corresponding author: Yu Dedong, Email: yudedong@sjtu.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of a new oral impression cleaning-disinfection process on the accuracy of dental impressions made of silicone rubber materials. **Methods** Silicone rubber oral impressions were made on 16 young volunteers (upper and lower jaws for each person twice), and the dentition was scanned using an intraoral scanner (upper and lower jaws for each person twice). The

obtained scanning data were used as reference data. The two pairs of silicone rubber impressions of each volunteer were numbered as Group 1 and Group 2. The impressions in Group 1 were not disinfected, and those in Group 2 were treated by the new silicone rubber impression cleaning and disinfection process. All the oral impressions of the subjects were perfused with plaster and demolded in the standard way, and the plaster models were scanned using a laboratory scanner to obtain test data. Registration and comparative analysis were carried out for the test and reference data of each volunteer separately, and the root mean square (RMS) of the error was taken as an indicator parameter to evaluate the deviation between the test and reference models. The numerical deviation between the two groups was compared. Visual analysis on the three-dimensional deviation chromatogram was performed, and the difference in model accuracy from multiple dimensions was analyzed. **Results** The RMS deviations of the models before and after disinfection of the maxillary dentition were (0.41±0.21) mm and (0.49±0.19) mm. The RMS deviations of the models before and after disinfection of the mandibular dentition were (0.46±0.26) mm and (0.38±0.13) mm. There was no significant difference in the accuracy of the model of the upper and lower dentitions made from the silicone rubber impression before and after disinfection ($t_{\text{upper jaw}}=-1.139$, $P_{\text{upper jaw}}=0.272$; $t_{\text{lower jaw}}=1.113$, $P_{\text{lower jaw}}=0.283$). **Conclusions** The new silicone rubber oral impression cleaning-disinfection process had no significant impact on the accuracy of model. This new disinfection process had good feasibility in clinical practice.

【Key words】 Dental impression; Disinfection process; Model accuracy; Silicone rubber impression

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (52175422, 32101094); Shanghai Municipal Health Commission Health Industry Clinical Research Project (202240194); "Cross" Research Fund Project of the Ninth People's Hospital Affiliated to the Medical College of Shanghai Jiaotong University (JYJC202114); 2021 "Seed Fund" Project (JYZZ145)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.009

口腔印模是高精度复制口腔软硬组织的阴模，在口腔疾病的诊断和治疗过程中起着非常重要的作用[1-2]。口腔中存在大量微生物，包括各种细菌、真菌、病毒及螺旋体等，口腔印模在制取过程中会接触到患者的唾液、龈沟液、牙石甚至血液等，易被潜在的致病微生物污染[3]，印模表面携带大量微生物[4]。被污染的印模如果不经过严格有效的消毒就会成为医院内交叉感染的重要途径之一，口腔印模的消毒问题不仅受到口腔医务工作者的关注，更得到医疗行政管理部门的高度重视[5]。对口腔印模进行严格有效的消毒是口腔治疗的前提和基础，而获取高精度的口腔印模也是保障口腔治疗效果的基础和前提[6]。但是,国内外尚未形成公认的、标准的印模消毒方案，以保证不同材料口腔印模受到严格有效消毒的同时仍可对口腔牙列情况提供高精度的模型还原[7]。国内对口腔印模规范的清洗消毒方式和消毒步骤仍有待进一步确立。

目前，口腔临床操作中常用的弹性印模材料主要包括藻酸盐印模材料、琼脂印模材料和橡胶印模材料等[8]。其中，橡胶印模材料属于不可逆性弹性印模材料，具有强度高、弹性好、可塑性佳、尺寸稳定和精确度高等优点，是目前临床使用理想的印模材料之一[9]。通常硅橡胶印模材料的消毒方式包括紫外照射、臭氧消毒、浸泡消毒和喷雾消毒等[10]，其中，浸泡消毒的效果最佳。由于硅橡胶材料的稳定性较高，浸泡消毒也不会使其产生较大的形变，因此浸泡消毒方式对于硅橡胶印模材料的消毒具有一定的优势。尽管硅橡胶印模材料比藻酸盐印模材料的成本高，但其对口腔解剖结构的细节还原度更好，稳定性更强，故在种植及修复领域应用更普遍[11]。

本课题组在前期资料查阅过程中发现，中华口腔医学会团体标准提出了一篇口腔印模清洗消毒技术规范征求意见稿，该文包含了不同口腔印模消毒的详细步骤流程，其中所使用的消毒剂为0.5%次氯酸钠溶液。世界卫生组织及国内多项研究皆指出，0.5%次氯酸钠溶液对印模材料作用10 min可以消除常规的细菌、病毒及其他病原菌[12-14]。因此，验证上述硅橡胶印模消毒流程对模型精度的影响是非常必要的。本实验希望能加深此种新型硅橡胶

印模消毒流程对模型精度的影响探索研究,为中华口腔医学会团体标准提出的口腔印模清洗消毒技术规范提供全面、有效的临床建议。

材料与方法

本实验通过上海交通大学医学院附属第九人民医院医学伦理委员会伦理审查,伦理审查号为:SH9H-2022-T290-1。本研究为单中心自身对照研究,评价硅橡胶印模方法、处理方案对模型精度的影响,根据预实验结果,估计消毒前后的差值为0.15 mm,标准差为0.17。要求双侧检验,α为0.05,把握度(检验效能)为90%。利用PASS(Power Analysis and Sample Size)软件计算,样本量(N)为16例。在严格遵循入排标准并征得受试者知情同意的情况下,选取牙列完整、张口度正常可正常获取牙列印模、对口腔印模材料不会产生过敏等不良反应、无其他特殊禁忌证的18~25周岁青年志愿者16名,其中男性8名、女性8名。

一、参考模型的建立

使用高精度的口内扫描仪(CS 3700 CG;Carestream Dental,美国)对每位受试者的口腔牙列情况进行完整扫描,获得数字化的参考模型,保存为stl格式,以此作为评价测试模型精度的真值金标准。所有数据的获取均由同一专业操作者和同一仪器设备完成。

二、印模制取

采用双组份加成型硅橡胶(Catalyst Silagum Putty,DMG,德国)为每位受试者制取硅橡胶印模2对(每人上下颌2次),印模的制取过程由同一位专业口腔临床医生完全按照临床操作步骤进行。所有志愿者的印模均在同一诊室内、相同环境下制取[温度23 ℃,相对湿度45%,大气压强(760 ± 5) mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)]。

三、印模分组及消毒方法

每位受试者的2对硅橡胶印模分别编号1组、2组,其中1组不消毒,2组以中华口腔医学会提出的口腔印模清洗消毒的方式和步骤对口腔印模进行消毒。(1)清洗:印模制取后,在流动自来水下冲洗15 s,轻吹至印模表面至无明显积水,或用洁净的一次性纸巾轻吸至无明显积水;(2)消毒:使用新鲜配制的0.5%次氯酸钠溶液浸泡印模所有表面10 min;(3)二次清洗:印模消毒后,在流动自来水下冲洗15 s,去除明显积水。

四、石膏模型的灌注与修整

对受试者的所有硅橡胶口腔印模都按照厂家规定的水、粉比例调拌超硬石膏(Tropicalgin,Zhermack,意大利)灌模,根据灌模时间不同,待石膏模型完全干燥后(约30 min)脱模,贴上标签标注相应的模型号(姓名+组别)。对所有石膏模型进行适当打磨修整,去除深大的倒凹,以免影响仓式扫描仪的清晰识别。

五、石膏模型的数字化

将所有硅橡胶印模灌注得到的石膏模型利用仓式扫描仪(3Shape E3,丹麦)扫描,获得数字化测试模型,按姓名+组别进行命名,保存为stl格式文件。

六、精度评价

1. 配准对比分析:将所有受试者数字化的参考模型与数字化测试模型导出stl格式文件,在Geomagic Studio(Geomagic Control X 2022.1,Geomagic,美国)软件中进行分析。

(1)数字化模型的裁剪:在软件的测试板块中利用裁剪功能沿龈缘线对数字化模型的临床牙冠以外区域进行选择并删除,只保留牙列的形态数据(图1)。

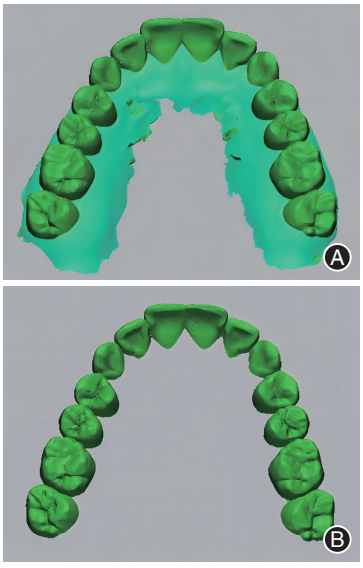

图1 数字化模型的数据处理(以上颌为例) A:将数字化模型沿龈缘线分界进行剪切,切除临床牙冠以外部分;B:剪切后得到的全牙弓数字化模型。

(2)数字化模型的配准:将每位受试者的所有数字化测试模型分别与其数字化参考模型进行配准分析。模型配准操作时,先进行转换对齐,在2个模型一侧的第一磨牙和第二磨牙颌面上选择6~10个解剖标志特征点(上颌6~8个、下颌8~10个,对比

侧要选择相同牙位、相同标记点),将2个模型一侧的第一磨牙和第二磨牙进行准确对齐,接着利用3D配准功能将2个模型进行配准拟合(图2)。

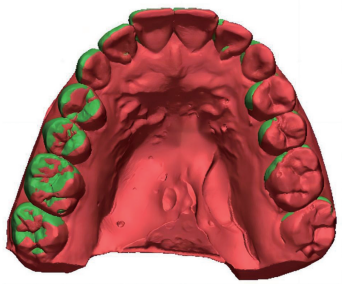

图2 参考模型与测试模型利用右侧上颌第一、二磨牙解剖标志点进行对齐(以上颌为例)

2. 精度评价:将参考模型与测试模型配准拟合后行3D分析,软件自动生成2个图形间误差的均方根(root mean suare,RMS)。参考模型与测试模型对应点之间的距离越大,则表明2个模型在该处的差异越大[15],采用RMS最为评价数字化模型偏差的指标参数。误差的RMS计算公式如下

$$RMS=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{1,i}-X_{2,i})^2}{n}},$$

式中,$X_{1,i}$为测试模型的第i个测量点,$X_{2,i}$为测量点$X_{1,i}$在参考模型上对应的最近点,$X_{1,i}-X_{2,i}$为配准过程中参考模型与测试模型上欧氏距离最近的对应点对之间的距离,n为测量的点对总数。

测试模型与参考模型之间的差异可以通过三维偏差色谱图的不同颜色呈现出来。三维偏差色谱图选择同一标尺,本实验设置最大临界值为1.0 mm,最小临界值为-1.0 mm,颜色段选为21段。绿色代表误差允许范围,绿色往上到红色代表正偏差,往下到蓝色代表负偏差[16]。

七、统计学处理方法

采用SPSS 23.0统计软件对偏差数据进行分析。描述性统计以$\bar{x}\pm s$表示。对于每种印模材料,每组内上下颌牙列RMS的正态性检验采用Shapiro-Wilk(S-W)进行检验,每组间比较采用Wilcoxon符号秩检验,$P<0.05$认为差异有统计学意义。

结　果

一、硅橡胶印模材料上下颌牙列消毒前后模型精度比较结果

上颌牙列消毒前后模型RMS偏差分别为(0.41±0.21)和(0.49±0.19) mm;下颌牙列消毒前后模型RMS偏差分别为(0.46±0.26)和(0.38±0.13) mm。硅橡胶印模上下颌牙列消毒前后模型精度差异均无统计学意义($t_{上颌}=-1.139$,$P_{上颌}=0.272$;$t_{下颌}=1.113$,$P_{下颌}=0.283$,表1)。但是,硅橡胶印模材料消毒后获得的模型最大偏差值超过1.5 mm的例数,上颌牙列有11例、下颌牙列有5例。

表1 硅橡胶印模材料上下颌牙列消毒前后模型间RMS偏差

牙列	例数	RMS偏差(mm,$\bar{x}\pm s$)		t值	P值
		1组(未消毒)	2组(消毒)		
上颌	16	0.41±0.21	0.49±0.19	-1.139	0.272
下颌	16	0.46±0.26	0.38±0.13	1.113	0.283

二、硅橡胶印模材料上下颌牙列消毒前后模型精度比较的三维偏差色谱图

进一步的可视化分析结果显示了偏差的三维分布情况。对于硅橡胶材料,消毒前后的上下颌牙列采用相同的对齐方法,在手动对齐侧基本达到了大面积的完全重叠;消毒组与未消毒组偏差的趋势基本一致;未消毒组上下颌牙列及消毒组上颌牙列的偏差明显较大;尤其是消毒组的上颌牙列,较大的偏差主要出现在上颌牙列颌面位置及上前牙的腭侧。而消毒组下颌的偏差则相对较小(图3)。

讨　论

本研究通过在真实口腔环境中制取印模,严格按照临床要求完全还原实际情况下印模制取、印模消毒以及石膏模型灌注的完整流程,并应用全新的参考模型与测试模型对齐方法,通过专业软件将三维数字化模型进行准确配准,从多维度评价模型偏差。

以往相关实验多选用不同材质的标准牙模型或标准,此类模型在印模的制取过程中,不能很好地模拟临床上患者口腔的真实环境,如口内温度、口内湿度、患者张口度、唇颊肌肉约束及模型取出后温度和湿度改变等因素对模型精度的影响。为了增加实验的真实性以及数据结论的可靠性,本实验并未对标准牙模型进行印模的制取,而是由专业口腔医生对临床志愿者进行整个印模制取的完整操作,由此得到的数据具有强有力的真实性与可靠性[17]。

目前,临床上口腔修复体的制作大部分以高精度的石膏模型作为基础,验证口腔印模消毒对于最

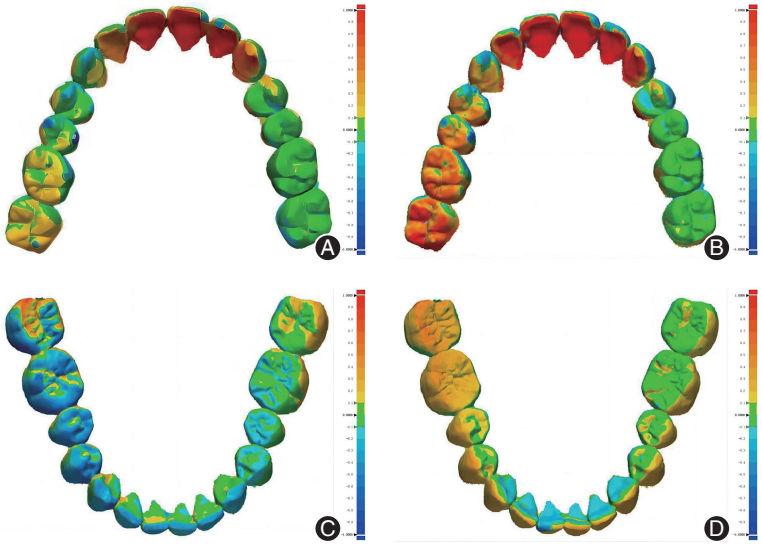

图3 硅橡胶材料消毒前后牙列偏差三维分析色谱图 A:上颌未消毒;B:上颌消毒;C:下颌未消毒;D:下颌消毒。

终模型精度的影响则更为必要,仅仅测量消毒后印模精度的变化并不能为临床实际操作与实际应用提供较好的指导意义[18]。为了更加贴近现代口腔修复体的完整制作过程,测试模型也应由石膏模型经过仓式扫描仪扫描后得到,最终与口内扫描仪扫描得到的标准数字化模型进行配准比较分析。

口腔印模的消毒是一个严谨、完整的规范化流程,其中的每个关键环节、步骤对模型精度都会产生不同程度的影响,主要包括消毒剂的种类、消毒方式和有效消毒时间。如果单独考虑其中的部分因素对模型精度的影响,其结论的参考价值较低,本实验则完整还原了整个口腔印模消毒流程,充分考虑多个消毒细节因素,以及联合应用对模型精度的影响,是十分有意义的[19]。

最佳拟合对齐是检测偏差平均到整体,以保证整体偏差最小为条件来终止迭代计算的对齐过程[20-21]。由于此种对齐方法是对于模型整体所进行的相对平均的最佳匹配,必然会以较小偏差来弥补较大偏差,以达到整体偏差最小,此方法会在一定程度上掩盖真实偏差趋势与幅度,影响最终实验结果的观察分析。因此,本实验采用全新的模型对齐方式,先利用模型一侧第一磨牙和第二磨牙的解剖标志点将两模型的一侧后牙进行准确对齐,然后再对测试模型进行三维配准分析,观察其他位置的实际偏差趋势并利用配准的数据精度来验证模型精度,此方法较合理、真实、客观地还原了测试模型的整体偏差趋势。

0.5%次氯酸钠溶液和2%戊二醛溶液皆可以对硅橡胶印模材料进行消毒,以对抗白色念珠菌、铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌菌株[22],具有杀菌谱广、使用方便和价格低廉等优点[23],在新型冠状病毒流行期间,被家庭、医疗卫生机构和工业领域广泛使用[24-25]。血液或体液喷溅物品表面的消毒,最新世界卫生组织也推荐采用0.5%(5 000 mg/L)有效氯的次氯酸钠消毒剂进行[13]。

本研究发现,硅橡胶印模材料获取的模型在牙弓远端及上前牙腭侧形变均较大。既往研究报道,这可能是由于印模从口腔中取出时,较大的脱位力量导致牙弓远端及上前牙腭侧印模发生程度相对较大的变形所导致[26-27]。

基于本研究的结果,中华口腔医学会团体标准推荐的口腔印模清洗消毒技术对硅橡胶印模材料获取的上下颌模型精度无明显影响,但多组数据结果显示,消毒后模型最大偏差值超过1.5 mm,在口腔修复体逐渐走向精准化的趋势下,此种新型硅橡胶印模消毒流程对模型精度的影响仍然不能完全忽视,临床应用时仍需关注警惕。当然,测试模型的精度结果不仅受口腔印模消毒处理方式的影响,还会受到扫描仪精度、口腔临床医生的印模与灌模技术、印模储存时间与温湿度[28-30]、模型数字化对齐配准方法及使用的配准分析软件精度等因素的影响,在实际临床应用时需综合考虑。

为了评价新型的口腔印模清洗消毒流程对于硅橡胶材料牙科印模精度的影响,本初步研究仅纳

入了牙列完整者的口腔印模。但临床中更常见的情况是为“牙列缺损”和“牙列缺失”患者制取口腔印模。因此,在后期的研究过程中,本课题组将纳入不同牙列缺损、牙列缺失情况下的受试者,进而更加贴近临床实际情况,为临床实践提供理论基础和操作参考。

综上所述,中华口腔医学会团体标准推荐的新型口腔印模清洗消毒技术规范,对牙科临床常用的硅橡胶印模进行消毒后的模型精度无明显影响,是值得推荐的口腔印模消毒规范流程。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张佳园:研究设计与实施、数据采集和分析、文章撰写和修改;魏凌飞:研究设计与实施、数据采集和分析、文章修改;刘晶、邬春兰:研究实施与数据采集和处理;叶丽娟、于德栋:课题设计、研究实施、数据采集、文章修改

参 考 文 献

[1] 赵铱民. 口腔修复学[M]. 8版. 北京:人民卫生出版社, 2020: 34-35.

[2] 赵信义. 口腔材料学[M]. 6版. 北京:人民卫生出版社, 2020: 105-116.

[3] Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, et al. Disinfection procedures and their effect on the microorganism colonization of dental impression materials: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies[J]. Bioengineering(Basel), 2022, 9(3): 123. DOI: 10.3390/bioengineering9030123.

[4] Singla Y, Pachar RB, Poriya S, et al. Evaluation of the efficacy of different mixing techniques and disinfection on microbial colonization of polyether impression materials: A comparative study[J]. J Contemp Dent Pract, 2018, 19(3): 296-300. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2256.

[5] Gumru B, Tarcin B, Idman E. Cross-contamination and infection control in intraoral digital imaging: A comprehensive review[J]. Oral Radiol, 2021, 37(2): 180-188. DOI: 10.1007/s11282-020-00452-z.

[6] Varvara G, Murmura G, Sinjari B, et al. Evaluation of defects in surface detail for monophase, 2-phase, and 3-phase impression techniques: An *in vitro* study[J]. J Prosthet Dent, 2015, 113(2): 108-113. DOI: 10.1016/j.prosdent.2014.08.007.

[7] Kampf G, Todt D, Pfaender S, et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents[J]. J Hosp Infect, 2020, 104(3): 246-251. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.022.

[8] Cervino G, Fiorillo L, Herford AS, et al. Alginate materials and dental impression technique: A current state of the art and application to dental practice[J]. Mar Drugs, 2018, 17(1): 18. DOI: 10.3390/md17010018.

[9] Flügge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, et al. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(Suppl 16): 374-392. DOI: 10.1111/clr.13273.

[10] Mathew S, Alani MM, Nair KN, et al. Radiofrequency glow discharge as a mode of disinfection for elastomeric impression materials[J]. J Contemp Dent Pract, 2017, 18(2): 131-136. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2003.

[11] Jayaraman S, Singh BP, Ramanathan B, et al. Final-impression techniques and materials for making complete and removable partial dentures[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 4(4): CD012256. DOI: 10.1002/14651858.CD012256.pub2.

[12] Choudhury GK, Chitumalla R, Manual L, et al. Disinfectant efficacy of 0.525% sodium hypochlorite and epimax on alginate impression material[J]. J Contemp Dent Pract, 2018, 19(1): 113-116. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2222.

[13] WHO. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19[EB/OL]. (2020-05-16)[2021-01-22]. https://www.who.int/publications/i/item/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-in-the-context-of-covid-19.

[14] 刘永健,李天一,邓永强,等. 次氯酸钠消毒剂灭活新冠病毒的实验研究[J]. 军事医学, 2022, 46(3): 192-196. DOI: 10.7644/j.issn.1674-9960.2022.03.007.

[15] Schaefer O, Watts DC, Sigusch BW, et al. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate partial crowns *in vitro*: A three-dimensional analysis of accuracy and reproducibility[J]. Dent Mater, 2012, 28(3): 320-326. DOI: 10.1016/j.dental.2011.12.008.

[16] 李雅,陈志宇,张辉伟. 不同扫描方法重建上颌牙列数字化模型的三维对比分析[J]. 现代口腔医学杂志, 2015, 29(3): 157-160. DOI: CNKI:SUN:XDKY.0.2015-03-011.

[17] 柯雯,屈直. 不同印模材料取模的三维精度比较[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2017, 38(3): 269-273. DOI: 10.11778/j.jdxb.2017.03.014.

[18] 张翠云. 不同种植印模方式和印模材料精度的体外研究[D]. 福州:福建医科大学, 2018.

[19] 周甜,解保生,蒋娟娜. 三种消毒剂浸泡消毒对硅橡胶印模尺寸稳定性影响的研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(2): 295-297. DOI: 10.3969/j.issn.1001-3733.2020.02.037.

[20] 徐迪,魏冬豪,张亚池,等. 以苄索氯胺和异丙醇为主要有效成分的消毒剂对牙科印模精度的影响[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52(6): 1112-1116. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2020.06.021.

[21] 武明彤,唐素霞,彭玲燕,等. 仿真头颅模型口内和手持牙颌模型条件下四种口内扫描仪全牙弓扫描时间和精度的对比研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(6): 570-575. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210221-00082.

[22] Cavalli A, Marinaro M, Desario C, et al. *In vitro* virucidal activity of sodium hypochlorite against canine parvovirus type 2[J]. Epidemiol Infect, 2018, 146(15): 2010-2013. DOI: 10.1017/S0950268818002431.

[23] Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach)

in health-care facilities[J]. Clin Microbiol Rev, 1997, 10(4): 597-610. DOI:10.1128/CMR.10.4.597.

[24] AlZain S. Effect of 0.5% glutaraldehyde disinfection on surface wettability of elastomeric impression materials[J]. Saudi Dent J, 2019, 31(1): 122-128. DOI:10.1016/j.sdentj.2018.10.002.

[25] Hatanaka N, Xu B, Yasugi M, et al. Chlorine dioxide is a more potent antiviral agent against SARS-CoV-2 than sodium hypochlorite[J]. J Hosp Infect, 2021, 118: 20-26. DOI:10.1016/j.jhin.2021.09.006.

[26] Balkenhol M, Ferger P, Wöstmann B. Dimensional accuracy of 2-stage putty-wash impressions: Influence of impression trays and viscosity[J]. Int J Prosthodont, 2007, 20(6): 573-575. DOI:10.1111/j.1365-263X.2007.00870.x

[27] Kerr M, Park N, Leeson D, et al. Dimensional accuracy of microcomputed tomography-scanned half-arch impressions[J]. J Prosthet Dent, 2019, 121(5): 797-802. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.08.010.

[28] 颉慧菲. 储存环境及时间对硅橡胶印模精度影响的实验研究[D]. 西安:第四军医大学, 2010. DOI:10.7666/d.d219628.

[29] Martins F, Branco P, Reis J, et al. Dimensional stability of two impression materials after a 6-month storage period[J]. Acta Biomater Odontol Scand, 2017, 3(1): 84-91. DOI: 10.1080/23337931.2017.1401933.

[30] Hiraguchi H, Kaketani M, Hirose H, et al. Surface porosity of stone casts resulting from immersion of addition silicone rubber impressions in disinfectant solutions[J]. Int J Prosthodont, 2014, 27(6): 567-569. DOI:10.11607/ijp.3967.

(收稿日期:2022-11-09)

(本文编辑:王嫚)