

DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20262740

· 论 著 ·

过氧化氢银离子消毒剂对常见口腔印模、模型材料的消毒效果和稳定性研究

曹煜^{1,5,6}, 王晓蕾², 杨菁菁^{3,5,6}, 刘荣^{3,5,6}, 鲍文丽^{4,5,6}, 王晓茜^{1,5,6}, 吴晓松²

(1. 南京医科大学附属口腔医院牙周病科, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省疾病预防控制中心, 江苏 南京 210009; 3. 南京医科大学附属口腔医院医院感染管理办公室, 江苏 南京 210029; 4. 南京医科大学附属口腔医院消毒供应中心, 江苏 南京 210029; 5. 口腔疾病研究与防治国家级重点实验室培育建设点, 江苏 南京 210029; 6. 江苏省口腔转化医学工程研究中心, 江苏 南京 210029)

[摘要] 目的 研究旨在评估过氧化氢银离子消毒剂对常见口腔印模和模型材料的消毒效果, 并探讨其对材料体积稳定性的影响, 为基层医疗机构口腔印模和模型的消毒提供科学依据。方法 选择藻酸盐、硅橡胶、聚醚和牙科基托蜡作为印模材料, 普通石膏和超硬石膏作为模型材料, 制备成 1 cm × 1 cm, 厚度 1~2 mm 的正方形载体。采用含 2.8% H₂O₂、10.58 mg/L Ag⁺ 的过氧化氢银离子消毒剂, 以大肠埃希菌 8099 为试验菌, 进行载体定量杀菌试验, 在 5、10、15 min 时取样, 计算杀灭对数值。同时, 利用 3D 扫描技术记录各材料消毒前后的尺寸数据, 通过 Geomagic Control X(2020.1) 软件分析尺寸变化, 计算形变率, 并使用万能试验机测量石膏的抗折强度。结果 过氧化氢银离子消毒剂在 10 min 内对所有印模和模型材料的杀灭对数值均大于 3.00。消毒前后体积稳定性方面, 藻酸盐的形变率为 0.736%, 硅橡胶、聚醚和蜡的形变率分别为 0.575%、0.206%、0.156%, 普通石膏和超硬石膏形变率分别为 0.037%、0.032%, 石膏材料消毒前后抗折强度的变化差异无统计学意义。结论 过氧化氢银离子消毒剂在 10 min 的消毒时间内对常见口腔印模和模型材料具有良好的消毒效果, 同时对材料的尺寸稳定性影响较小, 不会显著影响石膏材料的抗折强度, 可作为此类材料的消毒剂。

[关键词] 过氧化氢银离子; 牙科消毒剂; 消毒效果; 尺寸测量精度; 口腔印模消毒

[中图分类号] R187 R783.1

Effect of silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant on the disinfection efficacy and stability of dental impressions and model materials

CAO Yu^{1,5,6}, WANG Xiaolei², YANG Jingjing^{3,5,6}, LIU Rong^{3,5,6}, BAO Wenli^{4,5,6}, WANG Xiaoqian^{1,5,6}, WU Xiaosong² (1. Department of Periodontology, Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 2. Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China; 3. Office of Healthcare-associated Infection Management, Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 4. Central Sterile Supply Department, Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 5. State Key Laboratory Cultivation Base of Research, Prevention and Treatment for Oral Diseases, Nanjing 210029, China; 6. Jiangsu Province Engineering Research Center of Stomatological Translational Medicine, Nanjing 210029, China)

[收稿日期] 2025-07-11

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(82101018)

[作者简介] 曹煜(2001-), 男(汉族), 江苏省南通市人, 硕士研究生在读, 主要从事牙周病学的研究。王晓蕾为共同第一作者。

[通信作者] 王晓茜 E-mail: xiaoqianwang@njmu.edu.cn; 吴晓松 E-mail: sxwbox@163.com

[Abstract] Objective To evaluate the disinfection effect of silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant on common dental impressions and model materials, explore its impact on material volume stability, and provide scientific basis for the disinfection of dental impressions and models in primary medical institutions. **Methods** Alginate, silicone rubber, polyether, and dental baseplate wax were selected as impression materials, while ordinary gypsum and superhard gypsum were used as model materials to prepare a 1 cm × 1 cm square carrier with a thickness of 1 – 2 mm. Silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant containing 2.8% H₂O₂ and 10.58 mg/L Ag⁺ were adopted. *Escherichia coli* 8099 was used as the test strain for carrier quantitative bactericidal test. Specimens were taken at 5, 10, and 15 minutes, and the killing logarithm was calculated. The dimensional data of each material before and after disinfection were recorded with 3D scanning technology, and the dimensional changes were analyzed by Geomagic Control X (2020, 1) software. Deformation rate was calculated, and the flexural strength of gypsum was measured by universal testing machine. **Results** Silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant achieved a 99.9% bactericidal effect on all impressions and model materials within 10 minutes, with a killing logarithm value >3.00. In terms of volume stability before and after disinfection, the deformation rate of alginate was 0.736%, while the deformation rates of silicone rubber, polyether, and wax were 0.575%, 0.206%, and 0.156%, respectively. The deformation rates of ordinary gypsum and superhard gypsum were 0.037% and 0.032%, respectively. There is no statistically significant difference in the change of flexural strength of gypsum material before and after disinfection. **Conclusion** Silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant shows a good disinfection effect on common dental impressions and model materials within a 10 minute disinfection time. It has little effect on the dimensional stability of the materials and does not significantly affect the flexural strength of gypsum materials, and can be used as a disinfectant for such materials.

[Key words] silver-stabilized hydrogen peroxide; dental disinfectant; disinfection effect; dimensional measurement accuracy; dental impression disinfection

口腔内存在复杂的微生物生态系统。不同个体的口腔菌群组成因饮食习惯、身体状况及生活习惯等因素而存在差异,某些个体甚至可能携带潜在的致病菌。口腔印模与模型是传统口腔修复过程中的关键媒介。印模从患者口腔中取出时,其表面必然会携带大量细菌^[1]。尽管数字化扫描技术的发展使得修复体制作更为简便和精准,但在基层医疗机构中,印模与模型技术仍是制作修复体的常用手段。若缺乏有效的消毒措施,印模与模型表面的致病菌可能导致口腔医生及技师在后续操作中发生感染^[2]。因此,对印模与模型进行有效消毒至关重要。

修复体的制作依赖于印模与模型对患者口腔细节的精确再现。因此,消毒剂对印模与模型材料尺寸稳定性的影响必须被纳入考量^[3-4]。修复体通常在石膏模型上直接制作,因此模型材料需具备足够的硬度,以抵抗制作过程中的机械应力。此外,消毒剂应尽可能不损害模型材料的机械性能。

国内外研究及本课题组前期调研显示,目前临床针对口腔印模与模型的消毒主要采用紫外线^[5-6]、臭氧^[7]及戊二醛等方法。紫外线与臭氧消毒后,物品表面几乎无化学残留。然而,其消毒设备本身需要监测和定期维护以确保消毒效果与使用安全,这

给基层医疗机构带来一定的经济负担。此外,医用臭氧消毒机通常需长时间连续运行,且常置于人员密集场所,运行中产生的大量废气需妥善处理,以免污染环境。紫外线存在辐射,且无持续杀菌效应,若印模摆放不当易产生消毒死角。相比之下,化学消毒法虽需处理消毒后废液及物品表面的化学残留,但具有操作简便、效果稳定、成本较低、易于普及等优点,可能更适用于基层医疗机构的实际情况。

戊二醛虽消毒效果良好,且对口腔印模与模型尺寸稳定性影响不显著^[8-9],但其毒性较强,使用时需严格避免吸入或皮肤接触。消毒后的物品必须彻底冲洗,以防残留物刺激人体组织。其废液具有强腐蚀性,可能腐蚀排污管道,若直接排放还会破坏水生生态系统。次氯酸钠对皮肤和黏膜有刺激作用^[10]。同时,研究^[11-13]表明,高浓度的次氯酸钠溶液会对水胶体印模材料的尺寸稳定性产生显著影响。过氧化氢银离子消毒剂具有无色、无味、低毒、无残留的优点,能快速杀灭包括细菌芽孢在内的多种微生物,且对人体毒性风险低,目前已常用于牙科综合治疗台水路消毒。然而,其在口腔印模与模型消毒领域的应用效果与前景尚缺乏充分的试验验证。

因此,为探索一种安全、环保且操作简便的口腔印模与模型消毒方法,本研究选用过氧化氢银离子消毒剂,旨在探讨其对常见印模材料(包括藻酸盐、硅橡胶、聚醚及蜡)与模型材料(普通石膏、超硬石膏)的消毒效果,及其对上述材料尺寸稳定性的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

研究选用的印模材料包括:藻酸盐(CA38, Cavex Holland B. V.)、硅橡胶(Elite HD+, Zhermack)、聚醚(3M ESPE)和牙科基托蜡(上齿牌齿科材料)。模型材料则采用普通石膏(恒泰牙科石膏)和超硬石膏(Silky-Rock)。消毒剂为过氧化氢银离子消毒剂(2.8% H_2O_2 、10.58 mg/L Ag^+ , 北京伊莎净生物科技有限公司),中和剂为含 3% 硫代硫酸钠、3% 卵磷脂、0.2% EDTA 的 D/E 肉汤溶液, TSB 溶液用作有机干扰物。

根据 GB 15982 标准,口腔印模的消毒效果需达到“低度危险性医疗器械”的卫生要求。大肠埃希菌(8099, 中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心提供)作为细菌繁殖体中肠道菌的代表,因其易于培养、生长迅速且安全性高,被选为试验菌株^[5,14]。

1.2 载体制备

按照产品说明调配印模材料后,将其铺设在光滑金属正方体模具中并按压成型,制成厚度为 1~2 mm 的薄片。待薄片成型后,用乙醇棉球擦拭表面,待乙醇完全挥发后,使用消毒刀片将薄片切割成 1 cm × 1 cm 的载体。取普通石膏(恒泰牙科石膏)和超硬石膏(Silky-Rock)粉末,与蒸馏水按 1:1 比例混合均匀,将混合物平铺于光滑金属板上。在石膏初凝定型时,使用刀片将其分割为长宽 1 cm × 1 cm、厚度 1~2 mm 的薄片,并在终凝时收集石膏载体。

将培养 18~24 h 的大肠埃希菌(8099)斜面培养物,使用 TSB 溶液冲洗并稀释,制备试验用菌悬液。将载体平铺于无菌平皿中,使用移液器将菌液均匀涂布于载体表面,每片载体滴加 10 μ L,常温下自然干燥备用。根据《消毒技术规范》(2002 版)要求,染菌用菌悬液含菌量为 $1 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$ CFU/mL,回收菌量需达到 $5 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$ CFU/片。

1.3 中和剂鉴定试验

依据 GB/T 38502—2020 标准中规定的中和剂载体定量鉴定试验方法进行测 试,筛选出符合要求的中和剂。其要求为各组菌落

数误差率不得超过 15%,具体计算公式如下:

$$P = \frac{\sum |X - X_i|}{\sum X_i} \times 100\%$$

式中, P 为组间菌落数误差率,单位:%; X 为三组间菌落数平均数; X_i 为各组菌落平均数,单位:CFU。

1.4 载体定量杀菌试验

从每种染菌载体中选取 2 片作为阳性对照组,另取 6 片染菌载体作为试验组。取无菌平皿,按每片载体 5 mL 消毒剂的标准加入 30 mL 消毒剂,在 $(20 \pm 1)^\circ C$ 条件下水浴 15 min。将 6 片染菌载体放入消毒剂中,使其完全浸没并开始计时。分别在 5、10、15 min 时各取出 2 片,立即加入含 5 mL 中和剂的试管中,中和 10 min 后振荡洗脱,进行活菌培养计数。阳性对照组用稀释液代替消毒剂,其余操作步骤相同,随后进行活菌培养计数。所有标本置于 $(36 \pm 1)^\circ C$ 的恒温培养箱中培养 48 h,观察结果并计算杀灭对数值。本试验重复 3 次。

1.5 计算杀灭对数值

培养 48 h 后取出培养皿,对菌落进行计数,并通过以下公式计算杀灭对数值:杀灭对数值 = 对照组平均活菌浓度的对数值 - 消毒组平均活菌浓度的对数值。

1.6 消毒模型的制备

为便于扫描,将上述材料制成规则的几何形状($n=9$)。印模材料中,藻酸盐主要用于复制全牙列形态,本研究将调拌后的印模材料倒入模具中加压成型,制成约 5 cm × 5 cm × 1 cm 的长方体。硅橡胶同样用于复制牙列形态,但多用于局部牙列的复制,故将其制成 3 cm × 3 cm × 1.5 cm 的长方体。聚醚主要用于二次印模,使用时添加于初次印模组织面后再取模以还原局部细节,单次用量较少,将其制作成 2 cm × 2 cm × 1 cm 的长方体。蜡在全口义齿中主要用于制作成长条形的合堤以还原咬合关系,使用酒精灯软化蜡片后反复折叠,最终制成 2.5 cm × 2 cm × 1 cm 的长方体。石膏材料除用于制作口腔模型外,还需制作模型基座,用量较大,制作成 5 cm × 5 cm × 2 cm 的长方体。

1.7 获取消毒前后模型的尺寸数据

采用 3shape 仓扫描仪进行扫描,构建 3D 模型。扫描后,模型使用消毒剂按最佳消毒时间处理,消毒后再扫描记录数据。所有材料均采用浸泡消毒法,即将模型完全浸没于消毒剂中,消毒 10 min。

1.8 对比消毒前后尺寸变化

使用 Geomagic Control X(2020.1)软件进行分析,以消毒前的数据

作为基准,对同一模型消毒前后的数据进行对齐,设置参考值为 0.03 mm,进行 3D 对比,并通过重叠区的颜色判断尺寸变化情况。依据 T/CHSA 019—2023 标准,水胶体印模材料消毒前后尺寸变化率需 <1%,弹性体印模材料尺寸变化率需 <1.5%;美国疾病预防控制中心(CDC)《牙科环境感染预防实践总结》(2003 年版)则要求石膏模型尺寸变化率需 <0.2%。通过测量消毒前后的体积,应用以下公式计算形变率:形变率 = (消毒前体积 - 消毒后体积)/消毒前体积 × 100%,并与相关标准进行比对。

1.9 对比消毒前后抗折强度变化 将两种石膏材料制备规则几何体,经彻底干燥后按照消毒状态分为 3 组:未消毒组、消毒后未干燥的潮湿组和消毒后彻底干燥的干燥组($n = 6$)。采用 instron 万能试验机进行三点弯曲试验,以测试其抗折强度。

2 结果

2.1 中和剂鉴定试验结果 根据表 1 计算结果,各组间菌落数误差率分别为 6.64%、10.00%、12.99%,均 <15%,表明含 3% 硫代硫酸钠、3% 卵磷脂及 0.2% EDTA 的 D/E 肉汤溶液能有效中止含 2.8% H_2O_2 与 10.58 mg/L Ag^+ 离子的消毒剂残留毒性。中和剂及其产物对试验菌及培养基均无不良影响,可作为杀菌试验的中和剂。

表 1 3 次中和剂鉴定试验平均回收菌数情况 ($\times 10^2$, CFU/片)

Table 1 Average number of recovered bacteria from 3 neutralizer identification tests ($\times 10^2$, CFU/tablet)

组别	第 1 次	第 2 次	第 3 次
中和剂 + 菌片	8.7	3.8	4.2
(消毒剂 + 中和剂) + 菌片	9.7	4.4	4.1
稀释液 + 菌片	8.0	3.3	3.1
稀释液 + 中和剂 + 培养基	0	0	0

2.2 载体定量杀菌试验结果 试验结果显示,过氧化氢银离子消毒剂(含 2.8% H_2O_2 及 10.58 mg/L Ag^+)作用 5 min 可有效杀灭聚醚和普通石膏载体上的细菌,杀灭对数值均 >3.00;作用 10 min 则对藻酸盐、硅橡胶和牙科基托蜡载体以及超硬石膏材料的杀灭对数值均 >3.00。见表 2。

表 2 过氧化氢银离子消毒剂对不同材料的消毒效果

Table 2 Disinfection effect of silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant on different materials

试验材料	试验组编号	不同时间灭杀对数值			阳性对照菌落对数值
		5 min	10 min	15 min	
藻酸盐	1	2.48	>3.00	>3.00	6.65
	2	>3.00	>3.00	>3.00	6.70
	3	>3.00	>3.00	>3.00	6.69
聚醚	1	>3.00	>3.00	>3.00	6.08
	2	>3.00	>3.00	>3.00	6.56
	3	>3.00	>3.00	>3.00	6.53
硅橡胶	1	1.69	>3.00	>3.00	6.66
	2	1.98	>3.00	>3.00	6.70
	3	2.53	>3.00	>3.00	6.57
蜡	1	2.89	>3.00	>3.00	6.13
	2	>3.00	>3.00	>3.00	6.25
	3	2.75	>3.00	>3.00	6.18
普通石膏	1	>3.00	>3.00	>3.00	5.91
	2	>3.00	>3.00	>3.00	5.80
	3	>3.00	>3.00	>3.00	6.01
超硬石膏	1	0.27	>3.00	>3.00	6.48
	2	0.92	>3.00	>3.00	6.51
	3	2.54	>3.00	>3.00	6.50

2.3 体积稳定性检测结果 为便于扫描,将材料制作成规则的几何形状。采用 3shape 仓扫描仪扫描消毒前后的模型,构建 3D 模型并通过专业软件进行分析,最终采用配对 t 检验验证消毒前后体积稳定性是否存在显著差异。藻酸盐模型的形变率为 0.736%,消毒前后的体积变化差异无统计学意义(见图 1, $t = 1.86, P = 0.099$)。硅橡胶、聚醚和蜡三者消毒前后形变率分别为 0.575%、0.206%、0.156%,均符合要求,且体积变化差异无统计学意义(见图 1,蜡: $t = 0.51, P = 0.625$;聚醚: $t = 0.27, P = 0.792$;硅橡胶: $t = 1.52, P = 0.166$)。普通石膏和超硬石膏的形变率分别为 0.037%、0.032%,符合要求,且体积变化差异无统计学意义(见图 1,普通石膏: $t = 0.96, P = 0.364$;超硬石膏: $t = 0.02, P = 0.984$)。

2.4 抗折性能测试结果 将石膏制成 3 cm × 3 cm × 1 cm 的长方体,采用 instron 万能试验机进行三点弯曲测试,结果见图 2。潮湿组与其他两组抗折强度比较,差异均有统计学意义,未消毒组和干燥组之间差异无统计学意义。表明消毒剂的有效成分不

会对石膏材料的抗折强度产生显著影响。

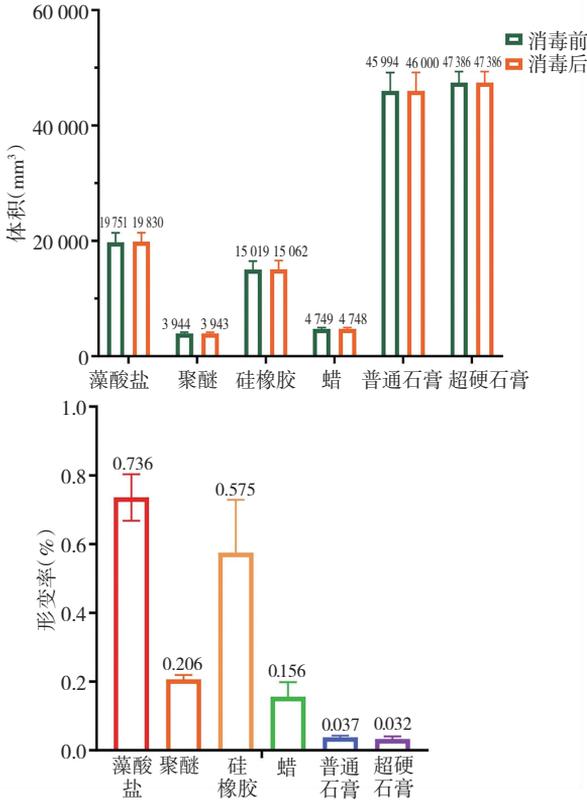
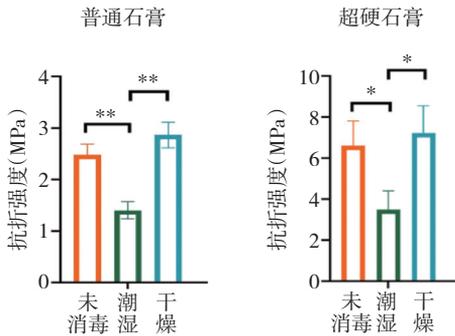


图 1 过氧化氢银离子消毒剂对口腔印模、模型材料的体积和形变的影响

Figure 1 Effect of silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant on the volume and deformation of dental impressions and model materials



注：* 表示 $P < 0.05$ ，** 表示 $P < 0.01$ 。

图 2 石膏三点弯曲试验结果

Figure 2 Three-point bending test results of gypsum

3 讨论

在消毒方法的选择上，紫外线需用 UVC 波段的辐射能量破坏微生物细胞内的 DNA 或 RNA 分

子结构，导致细胞死亡或失去繁殖能力，从而实现消毒目的；而臭氧依靠强氧化性杀灭细菌、病毒等微生物，可进行批量消毒，但对单个模型消毒时性价比低，且需要定期维护和内部清洁，更适用于大型医院、义齿加工中心等消毒量较大的场所。戊二醛主要通过醛基使细菌蛋白变性实现消毒，能杀灭各种细菌繁殖体、芽孢、真菌及病毒，但其毒性较强，使用时须保持良好通风，使用后需充分冲洗以确保表面无残留。此外，研究^[15-17]表明，戊二醛会对含硅胶印模材料及聚醚的尺寸稳定性产生不利影响，对石膏的消毒效果也一般。

载体定量杀菌试验表明，过氧化氢银离子消毒剂(含 2.8% H_2O_2 和 10.58 mg/L Ag^+)在消毒 10 min 时，所有测试材料的杀灭对数值均 > 3.00 ，即杀菌率可达 99.9%，其中聚醚和普通石膏在 5 min 即可达到此效果。在有效消毒时间内，该消毒剂对多种材料形变率符合 T/CHSA 019-2023 和美国 CDC《牙科环境感染预防实践总结》(2003 版)的规定，不会对石膏材料的机械性能造成显著影响，其适用于大部分口腔印模和模型材料，是一种性能优良的消毒剂。

过氧化氢银离子消毒剂主要的杀菌机制^[18]由过氧化氢与银离子的单独作用及协同作用构成，过氧化氢通过产生的活性氧(ROS)破坏细菌内部的酶和 DNA 而发挥杀菌效果，但许多细菌会发生复杂的氧化应激反应，上调如过氧化物酶和过氧化氢等 ROS 清除剂分子，以降解 H_2O_2 并试图自我保护。 Ag^+ 可靶向细菌的抗氧化酶，抑制细菌 ROS 清除系统，阻断 H_2O_2 的降解；作为活性物质， Ag^+ 能与细菌细胞膜和细胞内的含氮、氧和含硫电子供体基团(如胺、羟基、磷酸盐和硫醇)强烈配位结合，最终导致质子动力势破坏、电子传递系统失调和膜通透性的增加，引发细菌死亡。此外，过氧化氢银离子中的银成分有助于将消毒成分靶向细菌细胞表面，形成局部高浓度环境以增强杀菌效果。

临床上，过氧化氢银离子消毒剂需避光、阴凉保存。使用时，将待消毒物品完全浸入消毒剂中即可。消毒完成后，需冲洗物品表面以去除残留泡沫，随后擦干；若为石膏制品，需彻底干燥后方可进行后续操作。该消毒剂的有效成分中，过氧化氢可分解为水和氧气，银离子则主要通过银活性发挥作用且可通过水流冲洗去除。目前动物实验及临床研究^[19-21]显示，接触商用胶体银产品后尚未发现具有临床意义的明显毒性反应，体内器官中积累的银在 8 周后

大多可被清除,但作为消毒剂使用时,仍建议对消毒后的废液进行集中处理。

在载体定量杀菌试验中,材料的亲水性和表面特性会影响消毒效果。对于亲水性较差的材料(如硅橡胶和蜡),菌液难以在载体表面均匀铺展,干燥后细菌分散度低,聚集状态不利于消毒剂发挥作用。然而,过氧化氢银离子作用 10 min 时对所有测试材料均表现出良好消毒效果。

在体积稳定性研究中,为避免口腔印模和模型形态复杂导致光线死角、扫描不全而产生误差,本研究将材料制成与常规口腔模型尺寸相近的几何体。为更精准比较消毒前后的体积变化,采用 3D 扫描技术。该技术利用光学探头扫描目标,将光学信息经软件转化为数据并构建 3D 模型,可实现消毒前后体积的对比分析。临床口腔扫描虽能对患者进行个性化扫描,获取口腔内细节,但需操作者手持探头在表面稳定停留以收集图像,且完整 3D 模型需软件拼接多区域扫描图像,过程耗时较长,效率较低,不适合本研究的多样本采集需求。与差异显著的患者口腔相比,将材料制备成尺寸和形状更统一的几何体后,放入仓扫仪进行自动化扫描,可实现批量处理,提高效率,更适用于本研究。

3D 扫描技术可精准测量材料的体积变化,为评估消毒剂对材料尺寸稳定性的影响提供了有力支持。然而,该技术在处理复杂形状和表面时存在一定局限性。如对于具有微小孔隙或不规则表面的材料,其扫描结果可能受影响。因此,未来研究可考虑结合其他测量技术(如光学相干断层扫描技术),以进一步提升测量精度。

在消毒效果试验中,本研究选用大肠埃希菌作为试验菌种。未来研究计划将纳入金黄色葡萄球菌、变形链球菌及白念珠菌等更多菌种进行测试。

作为临床修复的关键步骤,口腔印模需要保持消毒前后尺寸的可控,因此需要针对材料的特性采用合适的消毒方法。临床取得的模型较实验中的几何体更为复杂,其中的差异值得进一步研究,计划后续开展临床试验,通过采集医院就诊患者的印模进行临床消毒效果研究。此外,银离子对人类健康及环境的影响将在后续研究中作进一步探讨。

本研究结果显示,过氧化氢银离子消毒剂(含 2.8% H_2O_2 、10.58 mg/L Ag^+)在 10 min 的消毒时间内,对常见口腔印模和模型材料具有良好的消毒效果,并且对材料的尺寸稳定性影响较小。本研究为口腔印模和模型材料的消毒提供了科学依据。

建议在临床实践中,依据材料特性精准选择合适的消毒剂及消毒时间,以实现消毒效果与材料性能的平衡。未来的研究可以进一步探讨不同消毒剂对材料微观结构的影响,并开发更适合口腔印模和模型材料的新型消毒剂。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Chidambaranathan AS, Balasubramaniam M. Comprehensive review and comparison of the disinfection techniques currently available in the literature[J]. *J Prosthodont*, 2019, 28(2): e849 - e856.
- [2] Al Mortadi N, Al-Khatib A, Alzoubi KH, et al. Disinfection of dental impressions: knowledge and practice among dental technicians[J]. *Clin Cosmet Investig Dent*, 2019, 11: 103 - 108.
- [3] Kamble SS, Khandeparker RV, Somasundaram P, et al. Comparative evaluation of dimensional accuracy of elastomeric impression materials when treated with autoclave, microwave, and chemical disinfection[J]. *J Int Oral Health*, 2015, 7(9): 22 - 24.
- [4] Jagger DC, Vowles RW, McNally L, et al. The effect of a range of disinfectants on the dimensional accuracy and stability of some impression materials[J]. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 2007, 15(1): 23 - 28.
- [5] Moufti MA, Hamad M, Al Shawa A, et al. Efficacy and design requirements of UV light cabinets for disinfection of exchangeable non-sterilizable "dental objects"[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 19755.
- [6] Wezgowiec J, Paradowska-Stolarz A, Malysa A, et al. Effects of various disinfection methods on the material properties of silicone dental impressions of different types and viscosities [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(18): 10859.
- [7] 汤小燕, 孙昊, 栾可峰, 等. 气态臭氧消毒硅橡胶印模材料效果及对材料表面性质影响的研究[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2023, 16(2): 207 - 212.
Tang XY, Sun H, Luan KF, et al. Disinfection effect of gaseous ozone on silicone rubber impression materials and its influence on surface properties[J]. *Chinese Journal of Practical Stomatology*, 2023, 16(2): 207 - 212.
- [8] Taymour N, Hussein Abdel Kader S, Aboushelib MN, et al. Comparative analysis of dimensional changes in autoclavable polyvinyl siloxane (PVS) impressions under various sterilization/disinfection protocols: a randomized controlled trial[J]. *Saudi Dent J*, 2024, 36(4): 603 - 609.
- [9] Ud Din S, Sajid M, Saeed A, et al. Dimensional changes of commercial and novel polyvinyl siloxane impression materials following sodium hypochlorite disinfection[J]. *PeerJ*, 2022,

- 10: e12812.
- [10] 卫甲鑫, 侯玉琴, 叶月美, 等. 次氯酸钠与次氯酸消毒剂的人体和环境生态毒理学比较分析[J]. 中国消毒学杂志, 2021, 38(4): 296 - 299.
- Wei JX, Hou YQ, Ye YM, et al. Comparative analysis of human and environmental ecotoxicology between sodium hypochlorite and hypochlorous acid disinfectants[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2021, 38(4): 296 - 299.
- [11] Amalan A, Ginjupalli K, Upadhya N. Evaluation of properties of irreversible hydrocolloid impression materials mixed with disinfectant liquids[J]. Dent Res J (Isfahan), 2013, 10(1): 65 - 73.
- [12] Rueggeberg FA, Beall FE, Kelly MT, et al. Sodium hypochlorite disinfection of irreversible hydrocolloid impression material[J]. J Prosthet Dent, 1992, 67(5): 628 - 631.
- [13] Abdullah MA. Surface detail, compressive strength, and dimensional accuracy of gypsum casts after repeated immersion in hypochlorite solution[J]. J Prosthet Dent, 2006, 95(6): 462 - 468.
- [14] Samaranyake LP, Hunjan M, Jennings KJ. Carriage of oral flora on irreversible hydrocolloid and elastomeric impression materials[J]. J Prosthet Dent, 1991, 65(2): 244 - 249.
- [15] Qiu Y, Xu JW, Xu YD, et al. Disinfection efficacy of sodium hypochlorite and glutaraldehyde and their effects on the dimensional stability and surface properties of dental impressions: a systematic review[J]. PeerJ, 2023, 11: e14868.
- [16] Olsson S, Bergman B, Bergman M. Base plate wax, dimensional stability and sorption of active components following treatment with disinfectant solutions[J]. Swed Dent J, 1992, 16(3): 115 - 122.
- [17] 张屹, 傅远飞, 徐侃. 2 种牙科石膏模型喷雾消毒效果的比较[J]. 上海口腔医学, 2013, 22(4): 399 - 401.
- Zhang Y, Fu YF, Xu K. Experimental evaluation of the spraying disinfection efficiency on dental models[J]. Shanghai Journal of Stomatology, 2013, 22(4): 399 - 401.
- [18] Martin NL, Bass P, Liss SN. Antibacterial properties and mechanism of activity of a novel silver-stabilized hydrogen peroxide[J]. PLoS One, 2015, 10(7): e0131345.
- [19] Yin IX, Zhang J, Zhao IS, et al. The antibacterial mechanism of silver nanoparticles and its application in dentistry[J]. Int J Nanomedicine, 2020, 15: 2555 - 2562.
- [20] Deshmukh SP, Patil SM, Mullani SB, et al. Silver nanoparticles as an effective disinfectant: a review[J]. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl, 2019, 97: 954 - 965.
- [21] Ferdous Z, Nemmar A. Health impact of silver nanoparticles: a review of the biodistribution and toxicity following various routes of exposure[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(7): 2375.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:曹煜, 王晓蕾, 杨菁菁, 等. 过氧化氢银离子消毒剂对常见口腔印模、模型材料的消毒效果和稳定性研究[J]. 中国感染控制杂志, 2026, 25(2): 196 - 202. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20262740.

Cite this article as: CAO Yu, WANG Xiaolei, YANG Jingjing, et al. Effect of silver-stabilized hydrogen peroxide disinfectant on the disinfection efficacy and stability of dental impressions and model materials[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(2): 196 - 202. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20262740.