doi:10.11659/jjssx.07E025081

·技术方法·

减压沸腾清洗联合低温真空干燥技术在牙科手机再处理中的应用

车凤莲[1,2],陈靓雯[2],赵 婉[2],林迎佳[2],金敏智[2],钱黎明[2] (1.上海交通大学医学院附属瑞金医院护理部,上海 200025;2.上海交通大学医学院附属瑞金医院消毒供应中心,上海 200025)

[摘 要] **目的** 对比不同牙科手机清洗与干燥技术联合应用的效果,确定最优再处理方案,保障器械处置质量与临床使用安全。**方法** 选取2024年3月我院使用的牙科手机800件,分别采用喷淋清洗消毒+压力气枪干燥(喷淋+气枪组)、喷淋清洗消毒+低温真空干燥(喷淋+真空组)、减压沸腾清洗消毒+压力气枪干燥(沸腾+气枪组)、减压沸腾清洗消毒+低温真空干燥(沸腾+真空组)处理,每组200件。比较4组牙科手机的清洗效果、干燥效果、灭菌后油性湿包情况以及工作人员对4组处理方案的操作满意度。**结果** 沸腾+气枪组与沸腾+真空组牙科手机目测合格率及蛋白残留定量检测合格率均高于喷淋+气枪组、喷淋+真空组($P<0.05$)。4组牙科手机清洗消毒后干燥合格率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);喷淋+真空组、沸腾+真空组牙科手机清洗消毒后额外器械干燥合格率显著高于喷淋+气枪组、沸腾+气枪组($P<0.05$)。喷淋+真空组、沸腾+真空组牙科手机油性湿包发生率显著低于喷淋+气枪组、沸腾+气枪组($P<0.05$)。工作人员对沸腾+真空组的操作满意度最高($P<0.01$)。**结论** 采用减压沸腾清洗消毒联合低温真空干燥技术处理牙科手机,既可有效保证清洗及灭菌质量,又可实现消毒供应中心高效处理复用医疗器械的工作目标,工作人员对此处理方案的操作满意度较高。

[关键词] 牙科手机;减压沸腾清洗消毒;低温真空干燥;清洗效果;干燥效果;油性湿包

[中图分类号] R472.1 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-07-19

Application of depressurized boiling cleaning combined with low-temperature vacuum drying technology in reprocessing of dental handpieces

CHE Feng-lian[1,2], CHEN Liang-wen[2], ZHAO Wan[2], LIN Ying-jia[2], JIN Min-zhi[2], QIAN Li-ming[2] (1.Nursing Department, Ruijin Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China; 2.Central Sterile Supply Department, Ruijin Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

Abstract: Objective To compare the effects of combined application of different cleaning and drying technologies for dental handpieces, determine the optimal reprocessing scheme , and ensure the quality of instrument reprocessingt and clinical safety. **Methods** A total of 800 dental handpieces used in our hospital in March 2024 were selected and equally divided into four groups with 200 pieces per group: spray cleaning and disinfection combined with compressed air gun drying group (spray+air gun group), spray cleaning and disinfection combined with low-temperature vacuum drying group (spray+vacuum group), depressurized boiling cleaning and disinfection combined with compressed air gun drying group (boiling+air gun group), depressurized boiling cleaning and disinfection combined with low-temperature vacuum drying group (boiling+vacuum group). The four groups were compared in terms of cleaning effect, drying effect, incidence of oily wet packs after sterilization, and staff's operational satisfaction with the four processing scheme. **Results** The qualified rates of visual inspection and quantitative detection of protein residues of dental handpieces in the boiling+air gun group and boiling+vacuum group were higher than those in the spray+air gun group and spray+vacuum group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the drying qualified rates of dental handpieces after cleaning and disinfection among the four groups ($P>0.05$). The qualified rates of supplementary mechanical drying of dental handpieces after cleaning and disinfection in the spray+vacuum group and boiling+vacuum group were significantly higher than those in the spray+air gun group and boiling+air gun group ($P<0.05$). The incidences of oily wet packs after sterilization in the spray+vacuum group and boiling+vacuum group were significantly lower than those in the spray+air gun group and boiling+air gun group ($P<0.05$). The boiling+vacuum group obtained the highest staff's operational satisfaction ($P<0.01$). **Conclusion** Adopting depressurized boiling cleaning and disinfection combined with low-temperature vacuum drying technology for dental handpieces can effectively guarantee cleaning and sterilization qualities, enable the goal of efficient reprocessing of reusable medical devices in central sterile supply department, and achieve the high staff's operational satisfaction with the processing protocol.

Keywords: dental handpieces; depressurized boiling cleaning and disinfection; low-temperature vacuum drying; cleaning effect; drying effect; oily wet pack

[基金项目] 上海交通大学医学院附属瑞金医院护理科研项目[RJHK(P)-2025-036]

[通信作者] 钱黎明,E-mail:lisaqian218@163.com

牙科手机是口腔科临床诊疗中高频使用的可复用侵入性器械,直接接触患者体液、血液,病原菌残留风险较高。该器械内部狭小管腔与缝隙多,极易残留污垢和病原微生物,其感染防控标准与外科手术器械一致,需实施规范化清洁、去污及灭菌处理。若处置流程不达标,牙科手机极易成为院内交叉感染的重要传播媒介,严重影响患者临床诊疗与手术安全[1-3]。目前各医院多采用器械清洗消毒(清洗程序中自带干燥程序)+注油机注油+压力蒸汽灭菌的方式来处理牙科手机,但这种方式存在明显短板:清洗装载过程耗时长,制约器械周转效率;清洗时牙科手机易脱落,且管腔干燥效果欠佳,易埋下清洗不彻底及后续润滑不到位的隐患;灭菌后油性湿包现象突出,直接影响灭菌有效性,不符合外科手术中对器械无菌屏障的严格标准。基于上述问题,优化牙科手机再处理流程势在必行,本研究旨在通过比较不同器械清洗技术与干燥技术联合应用的效果,利用现有设备资源探索兼具质量保障与效率提升的最佳处理方式,以解决当前牙科手机处理效率低、清洗灭菌不达标等核心问题,为降低交叉感染风险,强化口腔科诊疗及手术安全提供更有力的保障,同时为优化同类外科侵入性器械的处理提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

选取2024年3月我院使用的牙科手机800件。纳入标准:①结构完整,功能良好;②临床使用后已做好椅旁预处理(在装配车针的情况下使用牙科综合治疗台的水、气系统冲洗牙科手机内部水路、气路各30 s)。排除标准:①椅旁预处理后在牙科门诊暂存超过24 h;②在使用过程中损坏。

清洗消毒设备:全自动喷淋清洗消毒器(瑞典洁定)、减压沸腾清洗机(日本三浦)。干燥设备:压力气枪(德国海格)、医用低温真空干燥柜(重庆优玛)。自动注油设备:牙科手机自动清洁养护一体机(日本NSK)。蛋白残留定量检测工具:“安易测”蛋白残留测试棒及蛋白残留培养阅读器(阿根廷特锐)。

1.2 分组

按随机数字表法将800件牙科手机分为喷淋+气枪组(采用喷淋清洗消毒+压力气枪干燥)、喷淋+真空组(采用喷淋清洗消毒+低温真空干燥)、沸腾+气枪组(采用减压沸腾清洗消毒+压力气枪干燥)、沸腾+真空组(采用减压沸腾清洗消毒+低温真空干燥),每组200件。

1.3 处理方法

本研究中牙科手机均采用清洗消毒(清洗程序中自带干燥程序)+器械干燥+注油机注油+器械干燥+压力蒸汽灭菌的方式处理,与传统处理技术相比,在器械清洗消毒后及注油后均额外增加了器械干燥环节。

喷淋+气枪组:喷淋清洗时用专用支架装载;压力气枪干燥压力为200~250 kPa,对牙科手机管腔持续吹气30 s。

喷淋+真空组:喷淋清洗时用专用支架装载;低温真空干燥压力为1 kPa、温度为60 ℃、时间为15 min,牙科手机头端向下竖放于器皿罐中。

沸腾+气枪组:减压沸腾清洗时用清洗筐装载;压力气枪干燥压力为200~250 kPa,对牙科手机管腔持续吹气30 s。

沸腾+真空组:减压沸腾清洗时用清洗筐装载;低温真空干燥压力为1 kPa、温度为60 ℃、时间为15 min,牙科手机头端向下竖放于器皿罐中。

1.4 质量控制

为确保研究质量,消毒供应中心12名工作人员均完成喷淋清洗消毒器、减压沸腾清洗机、压力气枪以及低温真空干燥柜的设备操作考核。项目负责人制定“牙科手机再处理质量评价标准”,对研究小组成员进行统一培训和考核,并对研究目的、主要研究内容、研究方法、数据收集等进行培训。每项评价指标由同一人负责初步判定后,再由另一人复核确认,从而得出最终判定结果。各组所用的清洗消毒、干燥、灭菌设备均为同一台性能效验合格的设备,以尽量减少数据误差。

1.5 观察指标

清洗效果:采用目测法及蛋白残留定量检测法对清洗后的牙科手机进行测试。①目测法[4]。清洗结束后5 min内在带光源放大镜下裸眼检查牙科手机表面及头端,若表面及头端光亮,无锈斑、水垢、污渍及血渍等,则视为合格。②蛋白残留定量检测法[5]。从目测合格的牙科手机中抽取40件进行蛋白残留定量检测,采用蛋白残留测试棒对牙科手机表面及头端进行擦拭采样,经蛋白残留培养阅读器检测,若蛋白残留量≤1.0 μg为合格,蛋白残留量>1.0 μg则为不合格[6]。

干燥效果:采用电子称称量法[7],在处理前后对牙科手机进行称重。①清洗消毒后干燥效果。牙科手机出厂标注的重量为净重,清洗消毒后的重量为湿重,湿重=净重为干燥合格;湿重>净重则为干燥不合格。②清洗消毒后额外器械干燥效果。牙科手机清洗消毒后再额外增加器械干燥处理,此时牙科手机的

重量为干重，干重=净重为干燥合格；干重>净重则为干燥不合格。

油性湿包：经灭菌和冷却后采用目测法观察包装牙科手机的无纺布上是否有浸油现象，无油污为合格，反之为油性湿包[8-9]。若无纺布浸油面积直径≤5 mm为轻度浸油；5 mm<直径≤10 mm为中度浸油；直径>10 mm为重度浸油。

操作满意度：通过满意度问卷调查的方式了解消毒供应中心工作人员对4组处理技术的操作满意度。问卷表设10道单选题，每题设“非常满意10分”“满意8分”“一般6分”“不满意4分”和“非常不满意2分”5个选项，记录工作人员对各组清洗、干燥效果的认可程度，以及清洗装载方式、处理量、清洗效率、干燥操作适用度、设备使用满意度等情况。满意度问卷表采取不记名的方式进行填写，发放问卷12份，收回有效问卷12份，有效回收率100%。

1.6 统计学处理

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计学分析，计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，多组间比较采用单因素方差分析，*Levene*检验示方差齐，组间两两比较采用*Tukey HSD*检验；计数资料以率（%）表示，组间比较采用χ^2检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 清洗效果比较

4组牙科手机清洗消毒后目测合格率及蛋白残留定量检测合格率比较，差异有统计学意义（P<0.05）。沸腾+气枪组和沸腾+真空组牙科手机清洗消毒后目测合格率及蛋白残留定量检测合格率均高于喷淋+气枪组、喷淋+真空组（P<0.05）；喷淋+气枪组与喷淋+真空组牙科手机清洗消毒后目测合格率及蛋白残留定量检测合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05）；沸腾+气枪组与沸腾+真空组牙科手机清洗消毒后目测合格率及蛋白残留定量检测合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表1。

表1 4组牙科手机清洗效果比较[件(%)]

组别	目测合格		蛋白残留定量检测合格		
	n	合计	n	≤1.0 μg	0.0 μg
喷淋+气枪组	200	189(94.5)	40	33(82.5)	28(70.0)
喷淋+真空组	200	188(94.0)	40	33(82.5)	26(65.0)
沸腾+气枪组	200	198(99.0)*#	40	38(95.0)*#	36(90.0)
沸腾+真空组	200	200(100)*#	40	39(97.5)*#	36(90.0)
χ^2		16.060		8.095	
P		0.001		0.044	

*：与喷淋+气枪组比较，P<0.05；#：与喷淋+真空组比较，P<0.05

2.2 干燥效果比较

4组牙科手机清洗消毒后干燥合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05）。4组牙科手机清洗消毒后额外器械干燥合格率比较，差异有统计学意义（P<0.05）。喷淋+真空组、沸腾+真空组牙科手机清洗消毒后额外器械干燥合格率显著高于喷淋+气枪组、沸腾+气枪组（P<0.05）；喷淋+气枪组与沸腾+气枪组牙科手机清洗消毒后额外器械干燥合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05）；喷淋+真空组与沸腾+真空组牙科手机清洗消毒后额外器械干燥合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表2。

表2 4组牙科手机干燥效果比较[件(%)]

组别	n	清洗消毒后干燥合格	清洗消毒后额外器械干燥合格
喷淋+气枪组	200	123(61.0)	192(96.0)
喷淋+真空组	200	124(61.5)	198(99.0)*#
沸腾+气枪组	200	122(62.0)	192(96.0)
沸腾+真空组	200	125(62.5)	199(99.5)*#
χ^2		0.106	9.219
P		0.991	0.027

*：与喷淋+气枪组比较，P<0.05；#：与沸腾+气枪组比较，P<0.05

2.3 油性湿包情况比较

4组牙科手机灭菌后油性湿包情况比较，差异有统计学意义（P<0.05）；喷淋+真空组、沸腾+真空组牙科手机油性湿包发生率显著低于喷淋+气枪组、沸腾+气枪组（P<0.05）；喷淋+气枪组与沸腾+气枪组牙科手机油性湿包发生率比较，差异无统计学意义（P>0.05）；喷淋+真空组与沸腾+真空组牙科手机油性湿包发生率比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表3。

表3 4组牙科手机油性湿包情况比较[件(%)]

组别	n	轻度	中度	重度	合计
喷淋+气枪组	200	7(3.5)	4(2.0)	0(0)	11(5.5)
喷淋+真空组	200	3(1.5)	0(0)	0(0)	3(1.5)*#
沸腾+气枪组	200	8(4.0)	3(1.5)	0(0)	11(5.5)
沸腾+真空组	200	3(1.5)	0(0)	0(0)	3(1.5)*#
χ^2					9.474
P					0.024

*：与喷淋+气枪组比较，P<0.05；#：与沸腾+气枪组比较，P<0.05

2.4 操作满意度比较

工作人员对4组处理技术的操作满意度比较，差异有统计学意义（F=204.347，P=0.000）。任意2组间操作满意度评分比较差异均具有统计学意义（P<0.01），得分由高到低依次为沸腾+真空组（90.3±2.1）分、喷淋+真空组（80.7±2.7）分、沸腾+气枪组（75.7±2.4）组、喷淋+气枪组（65.2±2.9）分。工作人员对沸腾+真空组处理技术最为满意，对喷淋+气枪组

处理技术最不满意。

3 讨论

彻底清洗是确保灭菌成功及患者医疗安全的关键[10],牙科手机的清洗效果是灭菌质量的保障[11]。与传统人工清洗相比,器械清洗对去除牙科手机管腔内壁生物膜效果更可靠,符合《WS506-2016口腔器械消毒灭菌技术操作规范》的要求。本研究对比了减压沸腾清洗技术与喷淋清洗技术处理牙科手机的效果,结果显示,减压沸腾清洗技术的清洗合格率更高。其原因在于,该技术使牙科手机完全浸泡在清洗液中,能有效清洗表面及内部管腔;同时,专用的碱性无泡酶系清洗剂洗净力强,能促进污染物分解剥离;此外,其工作原理更适合管腔类器械的清洗,通过降低舱内压力、利用脉冲作用冲洗器械内部管腔,有助于提高清洗质量。

清洗消毒合格的牙科手机需注油保养方可灭菌,且其是否干燥彻底会直接影响后续润滑保养和灭菌。本研究结果显示,减压沸腾清洗与喷淋清洗后程序自带的干燥效果均不理想,干燥合格率仅在60%左右。而经低温真空干燥技术处理的牙科手机干燥效果显著优于压力气枪干燥技术,其原因在于低温真空干燥技术可通过真空泵反复抽气放气,使柜室呈真空状态,从而降低器械内部腔隙水分沸点并促使其气化,再经持续抽气排出气化水分,进而实现器械内部腔隙彻底干燥。因此,本研究建议,在清洗消毒自带的干燥程序完成后再额外增加一次专业干燥设备的干燥环节,减压沸腾清洗和低温真空干燥技术的联合应用,可弥补清洗消毒设备干燥性能不佳的问题,使牙科手机在注油前达到最佳清洗及干燥效果,为后续润滑保养创造良好条件。

牙科手机进行压力蒸汽灭菌前需采用专用润滑剂进行保养[12],但灭菌抽真空时残留的润滑剂易漏出,造成油性湿包,致使灭菌失败。解决该问题的关键在于灭菌前控油与干燥,而当前关于牙科手机自动注油后干燥的研究较少,故本研究在注油环节后再次进行干燥处理:自动注油后将牙科手机头端向下竖放静置,既有助于轴承充分润滑,又有利于余油借重力流出;同时,包装前再次干燥处理有助于排除余油、彻底干燥。结果显示,经低温真空干燥控油的牙科手机灭菌后油性湿包发生率显著低于经压力气枪干燥处理的牙科手机,且仅出现少量轻度湿包。分析原因在于,低温真空干燥抽真空原理与灭菌抽真空相似,能促进器械管腔内余油溢出,便于提前处理,故其在牙科手机注油后精准控油、预防油性湿包方面作用显著。

随着大众对口腔健康重视程度不断提升,口腔门诊就诊量持续增加。牙科手机作为口腔诊疗的核心医疗器械,其质量与性能可在一定程度上影响临床诊疗进程推进及治疗成功率[13]。如何在兼顾周转效率与消毒灭菌质量的基础上,实现作业处理效率提升与物资损耗降低,已成为消毒供应中心管理工作的核心重点,而细节完善与环节管理是实现高质高效器械处理的关键[14-15]。本研究创新性联合运用清洗与干燥设备,实现协同增效作用,以此优化牙科手机相关处理工艺。工作人员对减压沸腾清洗联合低温真空干燥技术的操作满意度最高:一是该处理方式无需开展繁琐的装拆操作,也无需频繁手持牙科手机作业,可简化操作流程并降低职业暴露风险;二是该处理方式采用专用清洗筐统一放置牙科手机,装卸作业便捷高效,且单次处理容量较大;三是该处理方式的清洗、干燥及除油效果稳定可靠,能够降低返工率,进而提升牙科手机处理效率与周转利用率。因此,减压沸腾清洗联合低温真空干燥技术得到了临床工作人员认可,可为临床提供合格医用器械,切实保障患者诊疗与手术安全。

综上所述,牙科手机采用减压沸腾清洗联合低温真空干燥技术处理,既可以有效保证其清洗及灭菌质量,确保患者诊疗及手术安全,又可实现高效处理复用型医疗器械的工作目标,值得在消毒供应中心推广应用。

[参考文献]

[1] Deasy EC, Scott TA, Swan JS, et al. Effective cleaning and decontamination of the internal air and water channels, heads and head-gears of multiple contra-angle dental handpieces using an enzymatic detergent and automated washer-disinfection in a dental hospital setting[J]. J Hosp Infect, 2022, 128: 80-88. doi: 10.1016/j.jhin.2022.07.019.

[2] Coleman DC, Deasy EC, Swan JS, et al. Direct evidence for effective cleaning and decontamination of the internal air and water channels, heads and head-gears of multiple contra-angle dental handpieces using an enzymatic detergent and automated washer-disinfection in a dental hospital setting[J]. J Hosp Infect, 2023, 135: 204-205. doi: 10.1016/j.jhin.2023.03.001.

[3] Schalli M, Kogler B, Miorini T, et al. High-speed dental instruments: an investigation of protein-contaminated dental handpieces with the bicinchoninic acid assay in dental offices in Styria, Austria[J]. Int J Environ Res Public Health, 2023, 20(3): 1670. doi: 10.3390/ijerph20031670.

[4] 张文清,郭燕娥,马如梦.2种不同的清洗方法在眼科手术器械清洗中的效果评价[J].中国医疗器械信息,2023,29(24):142-144. doi:10.3969/j.issn.1006-6586.2023.24.047.