

探讨全自动喷淋式清洗机与减压沸腾式清洗机对眼科精密器械清洗效果的评价

温丁茹 张津^(通讯作者)

山东第一医科大学附属眼科医院 (山东省眼科医院), 山东 济南 250000

摘要: 对比全自动喷淋式清洗机与减压沸腾式清洗机对眼科精密器械清洗效果, 为不同的眼科精密器械选取合适的清洗方式。方法: 选取我院供应室 2024 年 6 月-12 月的同类型眼科器械分为眼科普通器械、眼科精密器械、眼科管腔器械、眼科器皿为实验材料, 将其随机分为 A 组和 B 组。A 组采用全自动喷淋式清洗机清洗, B 组采用减压沸腾式清洗机清洗。其中 A 组眼科器械共 9937 件、B 组眼科器械共 11366 件。通过目测法、ATP (adenosine triphosphate, 三磷酸腺苷) 荧光检测法、蛋白残留定性检测法和“安易测”机械清洗效果测试卡 (阿根廷) 对清洗后的器械进行清洗质量评价。结果: 目测法 A 组和 B 组清洗合格率分别为 97.15% 和 99.20%, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); ATP 生物荧光检测清洗合格率 A 组和 B 组分别为 96.23% 和 99.04%, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 蛋白定性检测 A 组和 B 组清洗合格率分别为 94.00% 和 98.89%, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 每锅次放入的“安易测”机械清洗效果测试卡 (阿根廷) 均显示红色完全褪变为白色, 证明目测该锅次器械清洗合格以及该设备性能良好。结论: 减压沸腾清洗机清洗眼科精密器械清洗效果最好, 精密器械的损坏率最低, 临床满意度较高, 眼科精密器械适用于减压沸腾清洗机清洗。

关键词: 眼科精密器械; 减压沸腾式清洗机; 全自动喷淋式清洗机; 消毒供应中心; 清洗质量

Comparative Study on Cleaning Efficacy of Fully Automated Spray-Type Washers and Reduced-Pressure Boiling Washers for Ophthalmic Precision Instruments

Wen Dingru Zhang Jin^(Corresponding author)

Shandong Eye Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Shandong Jinan 250000

Abstract: This study compares the cleaning efficacy of fully automated spray-type washers and reduced-pressure boiling washers on ophthalmic precision instruments to determine the optimal cleaning method for different instrument types. **Methods:** Ophthalmic instruments (including general instruments, precision instruments, lumen instruments, and containers) from the Central Sterile Supply Department of our hospital between June and December 2024 were randomly divided into Group A (9,937 instruments cleaned with fully automated spray-type washers) and Group B (11,366 instruments cleaned with reduced-pressure boiling washers). Cleaning quality was evaluated using visual inspection, adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay, protein residue qualitative testing, and the "An Yi Test" mechanical cleaning efficacy test card (Argentina). **Results:** The visual inspection qualification rates were 97.15% (Group A) and 99.20% (Group B), with statistically significant differences ($P < 0.05$). ATP bioluminescence assay showed qualification rates of 96.23% (A) and 99.04% (B) ($P < 0.05$), while protein residue testing yielded 94.00% (A) and 98.89% (B) ($P < 0.05$). The "An Yi Test" cards confirmed complete fading of red to white in all batches, indicating qualified cleaning and optimal

device performance. **Conclusion:** Vacuum boiling cleaning machines offer the best cleaning performance, the lowest damage rate for precision instruments, and high clinical satisfaction for delicate ophthalmic instruments, making them suitable for this application..

Keywords: Ophthalmic precision instruments; Reduced-pressure boiling washer; Fully automated spray-type washer; Central Sterile Supply Department (CSSD); Cleaning quality

近年来,微创手术及显微手术机器人在眼科手术中崭露头角^[1],不断提升着眼科手术的完善及尖端程度,传统的眼科精密器械已不能满足日益增长的手术需求,随之而来的是眼科精密器械越来越精细化、多样化。精密的眼科器械价格昂贵、构造精细复杂、材质多样、头端尖锐易损,且有的精密器械尖端极其细小,在清洗的过程中易发生碰撞、变形甚至损坏,为清洗工作带来了挑战^[2]。有研究表明^[3],手工清洗模式不仅清洗合格率较低,而且对精密器械的损耗率也较高,大大缩短了精密器械的使用寿命,同时也会增加操作人员被感染的风险,那么清洗机清洗就成为了首选方式。目前常见的清洗机有全自动喷淋式清洗机和全自动减压沸腾式清洗机。本文通过研究旨在寻找更适合眼科精密器械的清洗方式,不仅探寻提高精密器械清洗质量的方式,更在寻找延长精密器械使用寿命的方法,减少医院在器械上的投资成本。

1 材料与方法

1.1 实验材料

抽取山东第一医科大学附属眼科医院(山东省眼科医院)消毒供应中心2024年6月-12月的同类型的眼科普通器械、眼科精密器械、眼科管腔器械、眼科器皿为实验材料,将其随机分为A组和B组。A组采用全自动喷淋式清洗机清洗,B组采用减压沸腾式清洗机清洗。其中A组眼科器械共9937件、B组眼科器械共11366件。

1.2 试验器械

眼科减压沸腾式清洗机(优玛牌)、全自动喷淋式清洗机(新华牌)、3M全能强效多酶清洗剂、眼科专用清洗刷、眼科器械专用的带孔眼的硅胶保护垫及配套的器械保护盒、清洗机专用不锈钢筐子、真空干燥柜、高压水枪、高压气枪、管腔专用的毛刷、带光源的放大镜、“安易测”蛋白残留培养阅读器、“安易测”蛋白残留测试棒、“安易测”机械清洗效果测试卡(阿根廷)、3M牌ATP生物荧光检测仪。

1.3 清洗方法

1.3.1 预处理

消毒供应中心收到手术室使用后的复用器械后,两组器械常规进行无差别预处理操作,使器械处于保湿状态。清点分类检查无误后,将器械拆分至最小单元,器械关节全部打开,精密器械摘掉保护套后有序摆放在硅胶保护套上,器械表面可见血迹与污物在流动水下冲洗掉,对有黄渍、锈渍、胶渍常规进行祛黄、除锈、除胶处理。管腔器械用眼科专用清洗刷对管腔内进行充分的刷洗,再反复用高压水枪及高压气枪将管腔内的杂质冲洗干净。

1.3.2 清洗方法

1) A组采用全自动喷淋式清洗机清洗,将回收后的精密器械常规预处理后,将器械整齐摆放于眼科专用的带孔眼的硅胶保护垫上,选择合适的程序(P2模式:预洗、酶洗、3次漂洗、脱水、消毒)进行清洗消毒。将“安易测”机械清洗效果测试卡固定在该批次的锅次里。清洗消毒结束后从去污区打开清洗机的门将器械放入真空干燥柜,干燥时间30分钟以上,确保器械充分干燥。

2) B组采用减压沸腾式清洗机清洗,将回收后的精密器械常规预处理后,有序的摆放在专用的带孔眼的器械盒里,器械关节充分打开,双层器械注意在器械的上方再垫一个带孔眼的硅胶保护套对精密器械进行保护。将器械盒有序的摆放入减压沸腾式清洗机,选择合适的程序(P2模式:预洗、酶洗、3次漂洗、消毒、干燥)进行清洗消毒。将“安易测”机械清洗效果测试卡固定在该批次的锅内。

1.4 清洗效果评价

1.4.1 目测法

①查看“安易测”检测试纸上的粉红色是否完全褪色变成白色②参照中华人民共和国卫生行业标准WS 310.3-2016《医院消毒供应中心第三部分:清洗消毒及灭菌效果监测标准》^[4],用带光源的放大镜对干燥后的每件器械逐一进行检查,清洗合格的标准:清洗后的器械表面及其关节、齿牙应光洁,无血渍、污渍、水垢等残留物质和锈斑;

③器械损耗标准为:器械表层有无脱落、破损,尖端有无断裂、变形、对合不齐等,刀面有无变钝,关节是否灵活等影响使用的情况。

表 1 两种设备安易测检测卡清洗效果对比

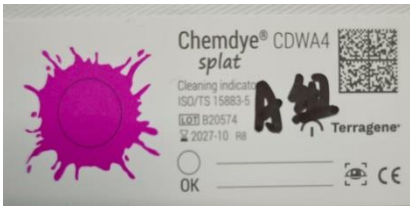
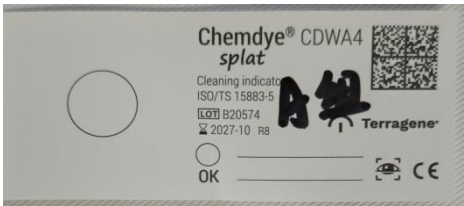
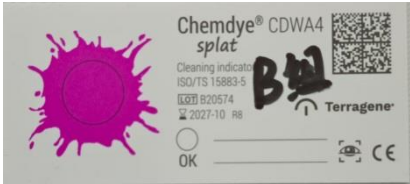
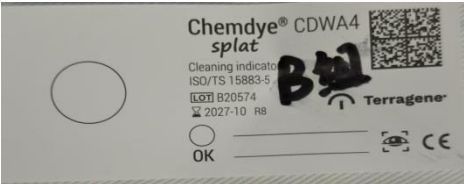
组别	清洗前	清洗后
A 组		
B 组		

表 2 两种清洗方式清洗效果（目测法、ATP 生物荧光检测、蛋白残留测定）比较

组别	目测法	ATP 生物荧光检测	蛋白残留检测
	合格率	合格率%	合格率%
A (n=9937)	97.15%(9654)	96.23% (9562)	94.00% (9341)
B(n=11366)	99.20% (11275)	99.04% (11257)	98.89% (11240)
χ^2 值	128.84	189.185	387.06
P 值	0.000	0.000	0.000

1.4.2 蛋白检测

清洗后的器械放入真空干燥柜彻底干燥，采样者做好手卫生，将沾有无菌水的棉棒在器械的表面、齿芽、管腔、关节缝隙处等重点部位进行采样，将采样后的拭子头部掰断放入试管内，充分摇匀震荡，插入“安易测”蛋白残留培养阅读器读取数据，4min 后自动打印测试结果。判定标准：蛋白残留量 $\leq 2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 合格。

1.4.3 ATP 荧光检测

清洗后的器械彻底干燥，采样前采样者做好手卫生，将沾有无菌水的棉拭子在器械的表面、齿芽、管腔、关节缝隙处等重点部位仔细涂抹采样，涂抹后放回试管内，挤出顶部的无菌水，充分摇匀震荡，插入 3M ATP 生物荧光检测仪中等待 15s 即可显示并记录测试样品的 RLU 值。判定标准：RLU ≤ 10 合格^[5]。

1.5 满意度

临床科室使用人员对减压沸腾式清洗机 and 全自动喷淋式清洗机清洗的精密器械的清洗质量及损耗情况进行调查，其中一人不满意即为不满意。

1.6 统计学处理

数据分析采用 SPSS Statistics 23 统计学软件进行统计，计数资料采用 χ^2 检验， $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组器械清洗质量比较

清洗时放入两种清洗机的“安易测”检测试纸上的红色均全部清除完全褪变至白色，证明设备性能稳定，清洗效果可靠，见表 1。

2.2 两组器械清洗后清洗合格率比较

目测法、ATP 生物荧光检测及蛋白残留检测均表明减压沸腾清洗机的清洗合格率要优于喷淋式清洗机，差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)，见表 2。

2.3 两组器械清洗后损耗率比较及临床满意度比较

A 组器械损耗率为 0.84%，共 83 件；B 组器械损耗率为 0.26%，共 29 件，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；临床满意度 A 组是 90.0%，B 组 96.67%，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表 3。

表 3 两种清洗方式损耗率及临床满意度比较

组别	损耗率	临床满意度
A	0.84% (83, n=9937)	90.00% (81, n=90)
B	0.26% (29, n=11366)	96.67% (87, n=90)
χ^2 值	34.116	0.123
P 值	0.000	0.171

3 讨论

眼球结构的复杂性对眼科手术器械提出了更加精密化的要求,尤其是眼后节手术,该手术所需的器械不仅精密度较高、功能复杂、关节、齿芽、管腔较多,而且使用频率较高^[6],这不仅要求较高的清洗质量,还要保证其损耗率降到最低,增加器械的使用次数,减少医院在器械方面的成本投入。

规范化的清洗流程,可以提高器械的清洗合格率,也能降低器械的损耗率^[7],同时也是规范的要求。本研究中所有的手术器械均在手术结束后的1h内均进行了规范地预处理,有研究表明^[8],手术后及时的进行预处理,清除表面及管腔内的污物并进行保湿处理,不仅可以显著降低清洗难度,提高清洗效果,还可以有效预防器械的腐蚀生锈,延长器械使用的寿命^[9],及时规范的预处理是灭菌成功的前提,也是控制医院感染的关键环节。

清洗质量是否合格,需要通过有效的检测方法来判断,本研究中检验精密器械的清洗效果采用了目测法、蛋白检测法、ATP生物荧光检测法,并且在每锅次清洗器械时放入了清洗效果监测卡检测。蛋白监测可定性检测清洗后的器械是否有残留蛋白^[10],ATP生物荧光检测可定量检测出清洗后的器械微生物及有机物污染程度^[11],而清洗效果检测卡在器械出锅时便能直接客观的观察清洗效果,且在一定程度上也能反映清洗机的性能是否良好,目前国内对清洗效果监测卡的研究很少,日后可作为进一步研究的方向。目测法、蛋白检测结果、ATP生物荧光检测数据结果显示减压沸腾清洗机清洗的器械合格率均高于喷淋式清洗机,其结果具有统计学意义($P<0.05$),清洗效果检测卡在两组中均显示合格,未做组间比较。本研究中还发现,全自动喷淋式清洗机和减压沸腾式清洗机对于眼科精密器械暴露的部分,其清洗效果基本相同,但对于轴关节处、管腔深处等未暴露的部分减压沸腾式清洗机的效果要高于喷淋式清洗机。这与清洗机的原理有着密不可分的原因,全自动喷淋式清洗机是利用高压水流作用于旋转的喷淋臂通过特制的旋转喷头将高

压水转化为高速、多角度的喷淋水柱,直接作用于器械的暴露面,能够有效、彻底的清洗器械表面的杂质。但是全自动喷淋式清洗机无浸泡及预洗模式,其预洗仅通过喷淋冲刷的方式,很难将干燥后黏在齿芽关节及管腔深部的杂质彻底清洗^[12]。减压沸腾清洗机是采用液相脉动、气相脉动的清洗技术,让水在低压下沸腾,沸腾产生的冲刷力和器械表面破裂产生的机械震荡力和空化效应共同将污物去除^[13],另外控制系统定时从清洗槽底部吹入气体,这些气体会加剧液体和多效酶的沸腾现象,起到叠加的冲刷器械清洗效果,控制系统在真空条件下通过反复的抽-吸使液体直接作用到器械的各个部位及管腔内部,达到无孔不入的清洗效果。

山东第一医科大学附属眼科医院(山东省眼科医院)目前使用的喷淋式清洗机清洗框架主要是上、中、下三层不锈钢材质的清洗层架,中间使用横搁架将清洗框架平均分成6个相同的腔室^[14],大大提高了装载量。为确保眼科精密器械损耗率降到最低,我院所有的眼科精密器械均在拆至最小化后,放入带有硅胶保护垫的专用清洗盒内,整盒放入减压沸腾清洗机内清洗,我院的清洗机的长、宽、高为是60cm×17cm×12cm,器械盒的长、宽、高为2cm×16cm×12cm(器械盒的长宽高是以清洗机的长宽高为标准测量),可容纳多盒的器械同时清洗,大幅度提升了工作效率^[15],最大限度地节约了资源。

综上所述,本研究结果证明减压沸腾清洗机的清洗合格率、损耗率及科室满意度均高于喷淋式清洗机,眼科精密显微器械更适用于减压沸腾清洗机清洗,喷淋式清洗机更适合于眼科普通器械、器皿的清洗,这也与张文清^[16]等研究结果相符。根据不同类型眼科器械的实际特征、形状再结合清洗机的框架结构进行更加针对性、程序化与彻底的清洗,能提高各类眼科器械的清洗合格率^[17],同时也最大限度地利用清洗机的空间,节约了资源。选择合适的清洗方式,不仅可以保障眼科精密器械的清洗质量及使用寿命,还可以降低医疗风险、保证患者的安全。

参考文献:

- [1] 周献媚,邵毅,廖萱.显微手术机器人在眼科的应用与展望[J].眼科新进展,2025,3,45(3):238-246
- [2] 史安云,窦凤霞,甘志莲,等.减压沸腾式清洗机与传统清洗技术清洗眼科器械效果的比较[J].解放军医学院学报,2018,39(4):321-323
- [3] 汤丽萍,黄蓉,危夷,等.3种不同清洗方式对眼科显微器械的清洗效果比较[J].实用临床医学,2023,24(5):55-67
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.医院消毒供应中心第3部分:清洗消毒及灭菌效果监测标准:WS 310.3-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.

- [5] 张津, 景军玲, 薛园园, 等. 脉动真空清洗机清洗眼科器械效果的研究[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(01): 148-165
- [6] 瞿大坤, 陈宽荣. 医用超声波清洗机在提高腔镜器械清洗合格率中的应用效果观察[J]. 中国药理学通报, 2021, 37, (7): 1037-1038
- [7] 邱火秀, 林晓华, 谢俏俏. 消毒供应中心复用医疗器械清洗质量现状及影响因素分析[J]. 上海护理, 2023, 9, 23, (9) 36-39
- [8] 李彦琼, 陈耐寒, 胡星辉, 等. 手术器械预处理时机与清洗质量的关联[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34, (8) 1268-1271
- [9] 冯秀兰. 医院消毒供应相关标准国内外研究进展[J]. 中国护理管理, 2023, 3, (8): 1121-1125
- [10] 杜丽, 杨晶雪, 张馨心, 等. 不同检测方法对复用手术器械清洗效果的评价研究[J]. 黑龙江医学, 2024, 7, 10, 48(13): 1564-1566
- [11] 夏甜, 荆丽丽, 苏文洁, 等. ATP 生物荧光检测仪在眼科精密器械清洗质量控制中的应用效果[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(S1): 75-77
- [12] 申莹. 传统手工清洗、含超声的清洗消毒器及减压沸腾清洗机在消毒供应中心腔镜器械清洗中的应用观察[J]. 临床研究, 2024, 10(32): 89-92
- [13] 张淑敏, 邱素红, 王朝阳, 等. 全自动喷淋式与减压沸腾式清洗法对新生儿奶瓶、奶嘴消毒效果的对比分析[J]. 护理实践与研究, 2022, 6, 19(12): 1829-1832
- [14] 应嘉, 毛黎丽, 王秀, 等. 一种多模式清洗层架在减压沸腾清洗消毒机中的设计与应用[J]. 中国乡村医药, 2024, 5, 31(10): 52
- [15] 邵晓玲, 吴梦娟, 林柳. 消毒供应室再生器械清洗方案选择及效果比较[J]. 齐鲁护理杂志, 2019, 25, (14): 80-82
- [16] 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, 07, 04: 142-144
- [17] 刘小雪. 消毒供应中心医疗器械清洗质量控制路径的应用[J]. 中国医疗器械信息, 2023, 09, 05: 176-178

作者简介: 温丁茹 (1987—), 女, 汉, 山东省冠县; 学历: 本科; 单位: 山东第一医科大学附属眼科医院 (山东省眼科医院); 职称: 护师; 研究方向: 消毒供应室器械清洗、消毒、灭菌方向。

通讯作者: 张津: 主任护师, 研究方向: 消毒供应室器械清洗、消毒、灭菌方向。