doi:10.11659/jjssx.07E024032

·临床研究·

不同清洗用水对手术器械去污能力的实验研究

廖冰青[1],任晓梅[2],魏静蓉[2],高 彦[3],晏中锦[4],李小峰[5],李 斌[2] (1.陆军军医大学第一附属医院肾透析中心,重庆 400038;2.陆军军医大学第一附属医院消毒供应中心,重庆 400038;3.重庆市人民医院消毒供应中心,重庆 401121;4.重庆两江新区人民医院消毒供应中心,重庆 401121;5.美雅洁技术股份有限公司,广东 深圳 518110)

[摘 要] **目的** 分析经纯化的水、软化水和浓缩软化水对器械去污效果的差异性,为手术器械清洗用水的选择提供可靠的参考依据。**方法** 检测浓缩软化水、软化水和经纯化的水的理化指标和成分,比较其器械清洗效果;采用迷你清洗机在3家医院使用不同清洗用水进行去污试验,分析去污时间的差异性;采用喷淋清洗消毒器对污染器械进行清洗去污,分析不同清洗用水的器械清洗效果。**结果** 3种清洗用水的钙含量和硬度均处于较低水平,用于手术器械清洗可避免水垢附着。3种清洗用水的pH值、电导率、钙、钠、氯化物含量对比,差异具有统计学意义($P<0.05$);经纯化的水为弱酸性,电导率、硬度及钙、钠、氯化物含量均处于较低水平;软化水和浓缩软化水为弱碱性,电导率和钠含量均处于高水平,氯化物含量均处于较低水平。各医院经纯化的水、软化水和浓缩软化水去污时间比较,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。在手术器械同等污染条件下,上、下层清洗篮中的器械采用不同清洗用水的清洗合格率比较,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 浓缩软化水和软化水中钠含量较高,去污清洗能力明显强于经纯化的水,而经纯化的水具有去离子化的特性,去污清洗器械的效果较差;手术器械清洗环节使用浓缩软化水或软化水,均能达到降耗增效的效果,有利于提高清洗效率和清洗质量。

[关键词] 手术器械;去污清洗;软化水;清洗效果;消毒供应中心

[中图分类号] R613 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-07-07

Experimental study on the decontamination ability of different cleaning waters for surgical instruments

LIAO Bing-qing[1], REN Xiao-mei[2], WEI Jing-rong[2], GAO Yan[3], YAN Zhong-jin[4], LI Xiao-feng[5], LI Bin[2] (1. Renal Dialysis Center, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2.Central Sterile Supply Department, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 3. Central Sterile Supply Department, Chongqing General Hospital, Chongqing 401121, China; 4. Central Sterile Supply Department, People's Hospital of Chongqing Liangjiang New Area, Chongqing 401121, China; 5. Marge Technology Sharing Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518110, China)

Abstract: Objective To analyze differences of purified water, softened water, and concentrated softened water on the decontamination effects for surgical instruments, so as to provide a reliable reference for the selection of cleaning water for surgical instruments. **Methods** The physical and chemical indexes and components of concentrated softened water, softened water, and purified water were detected, and their cleaning effects for instrument were compared. The decontamination cleaning experiment was conducted in three hospitals with different types of cleaning water using mini cleaning machines, and the differences in the decontamination time were analyzed. The cleaning and decontamination experiments on contaminated instruments was performed using a spray cleaning and disinfection device, and the cleaning effects of instruments with different types of cleaning water were analyzed. **Results** Calcium content and hardness of the three types of cleaning water were all at a low level, which can avoid scale adhesion for cleaning surgical instruments. There were statistically significant differences in the pH value, conductivity, and contents of calcium, sodium and chloride among the three cleaning waters ($P<0.05$). The purified water was weakly acidic, and its conductivity, hardness, and contents of calcium, sodium and chloride were all at low levels. The softened water and concentrated softened water were weakly alkaline, with high levels of conductivity and sodium content and low level of chloride. There were statistically significant differences in the decontamination time of the purified water, softened water and concentrated softened water among hospitals ($P<0.05$). Under the same contamination condition of surgical instruments, there was a statistically significant difference in the qualified rate of instruments cleaning in the upper and lower cleaning baskets with different cleaning waters ($P<0.05$). **Conclusion** Concentrated softened water and softened water have high sodium content, and their decontamination and

[基金项目] 国家卫生健康委医院管理研究所消供科研重点项目(XY2024212)

[通信作者] 李 斌,E-mail:cncssd@163.com

cleaning abilities are significantly stronger than those of the purified water. Purified water has poorer effects in instruments cleaning for its deionized property. Using concentrated softened water or softened water in the surgical instrument cleaning process can achieve effects of reducing consumption and increasing efficiency, which is conducive to improving cleaning efficiency and quality.

Keywords: surgical instruments; decontamination and cleaning; softened water; cleaning effect; central sterile supply department

在临床使用手术器械后的去污清洗过程中,清洗用水是影响其清洗效果的关键要素之一。为了规范器械清洗用水,国家卫生行业标准WS 310—2016规定:手术器械清洗应有自来水、热水、软化水、经纯化的水供应;冲洗、洗涤、漂洗时应使用软化水[1-2]。但是,该行业标准未解释不同器械清洗用水可能产生的结果差异,目前也缺乏相应的数据支撑,以至于如何选择器械清洗用水尚无定论,加之国内外自来水标准差异大、参考借鉴价值小,导致医院器械清洗时清洁用水的选择不统一,甚至不依从行业标准使用经纯化的水,不利于器械的清洗管理及安全使用[3]。浓缩软化水是经纯化的水生产过程中排出的残余水,常被视为废水排放,忽略了其回收利用价值。近年来,部分医院尝试将浓缩软化水应用于器械清洗,但清洗效果还需更多研究证实[4]。本研究对经纯化的水、软化水和浓缩软化水进行对比,客观分析不同清洗用水对器械去污效果的差异,以期为器械清洗用水提供可靠的依据和参考。

1 材料与方法

1.1 器械清洗用水、设备和试剂

选择陆军军医大学第一附属医院(我院)、重庆市人民医院(外院一)和重庆两江新区人民医院(外院二)消毒供应中心或肾透析中心自制经纯化的水、软化水、浓缩软化水。3家医院的制水设备均采用反渗透技术和离子交换技术,生产的经纯化的水、软化水、浓缩软化水的水质标准均依据国家《药典》和国家卫生行业标准《消毒供应中心管理规范》,且供应商相同。经纯化的水电导率≤15 μS/cm(25 ℃),软化水和浓缩软化水的硬度均≤0.03 mmol/L。迷你清洗机(美雅洁MAG-MN01型)和精密器械喷淋清洗消毒器(洁定GE15型)各1台,运行状况均正常。医用多酶清洗剂(使用浓度为1∶300,美雅洁全效型)、去污清洗效果测试卡("模拟血块",红柚安易测型)和无菌羊血(比克曼BKMAMLAB型),均在有效期内。

1.2 试验样本污染器械制备

选择1批报废的手术器械,均为临床使用过程中出现功能性损坏而报废,器械表面光洁,经清洗并干燥后置于器械清洗篮中;使用无菌羊血反复涂抹器械轴节、齿槽和易闭合处等较难去污清洗的部位,然后将已污染器械自然晾干(≥24 h),使器械上污染物充分干涸后待用。

1.3 方法

1.3.1 清洗用水理化指标测试 依据国家卫生行业标准WS 310.1—2016《医院消毒供应中心 第1部分:管理规范》[1]和国家标准GB 34914—2021《反渗透净水机水效限定值及水效等级》的相关水质指标要求,在陆军军医大学第一附属医院消毒供应中心及肾透析中心的水处理机组上采集经纯化的水、软化水和浓缩软化水各500 mL,然后送第三方检测机构检测不同清洗用水中可能存在杂质的理化参数,包括pH值、电导率、氯化物、钙、钠和硬度等6项指标[5]。

1.3.2 迷你清洗机去污清洗实验 该实验在3家医院实施,各分3次进行。分别量取100 mL经纯化的水、软化水和浓缩软化水,与0.33 mL全效型多酶清洗剂混和形成1∶300的多酶清洗液,然后灌入迷你清洗机的储水器中加热至(45±2)℃备用。将测试卡放入迷你清洗机清洗舱内的固定位置,再启动迷你清洗机的清洗运行程序,将多酶清洗液循环滴至测试卡的红色指示剂上,通过比例视窗肉眼观察并记录红色指示剂完全消失的时间,即去污时间。

1.3.3 喷淋清洗消毒器去污清洗实验 该实验在陆军军医大学第一附属医院实施,分3次进行。将经纯化的水、软化水和浓缩软化水的供水管路分别接入喷淋清洗消毒器;取30件未经预清洗处理的污染器械,每个清洗篮中15件,再分别放入喷淋清洗消毒器清洗舱内二层清洗架上;清洗消毒器上设置"冲洗1次-多酶清洗剂清洗1次-漂洗1次"的试验专用清洗程序,然后在只有1种清洗用水供给的情况下启动清洗消毒器;清洗程序运行结束后,取出已完成清洗的器械,肉眼观察器械上红色血渍残留情况,统计去污清洗效果。

根据国家卫生行业标准WS 310.3—2016《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》中规定的手术器械清洗质量目测法,肉眼观察清洗后手术器械去污清洗效果和清洗后测试卡上指示

物去除效果。判定标准:器械表面及其关节、齿牙等部位无血渍或污渍为合格;测试卡上指示物颜色消失、无污渍为合格[6]。

1.4 统计学方法

使用SPSS 26.0软件进行统计学分析,定量数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析;计数数据以率(%)表示,组间比较采用χ^2检验。检验水准α=0.05,以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 清洗用水的理化指标

3种清洗用水的钙含量和硬度均处于较低水平,用于手术器械清洗可避免水垢附着。3种清洗用水的pH值、电导率、钙、钠、氯化物含量对比,差异具有统计学意义(P<0.05);经纯化的水为弱酸性(pH<7),电导率、硬度及钙、钠、氯化物含量均处于较低水平;软化水和浓缩软化水为弱碱性(pH>7),电导率和钠含量均处于高水平,氯化物含量均<30 mg/L,处于较低水平(市政自来水国家标准规定氯化物含量的上限为250 mg/L),见表1。

2.2 不同清洗用水去污时间

在我院、外院一、外院二的去污清洗实验中,各医院经纯化的水、软化水和浓缩软化水去污时间比较,差异均具有统计学意义(P<0.05),浓缩软化水去污时间同比最短,见表2。

2.3 不同清洗用水去污清洗效果

在手术器械同等污染条件下,上、下层清洗篮中的器械采用不同清洗用水的清洗合格率比较,差异均具有统计学意义(P<0.05),浓缩软化水清洗合格率同比最高,见表3。

表1 3种清洗用水理化指标检测结果对比($\bar{x}\pm s$)

清洗用水	pH值	电导率(μS/cm)	钙(mg/L)	钠(mg/L)	氯化物(mg/L)	硬度(mmol/L)
经纯化的水	6.75±0.31	5.14±2.23	0.03±0.00	1.50±0.44	0.20±0.00	0.00±0.00
软化水	8.01±0.33	458.45±11.16	0.43±0.05	212.66±5.19	17.72±2.16	0.01±0.00
浓缩软化水	8.06±0.62	660.86±17.38	0.52±0.06	324.84±8.93	26.61±2.84	0.01±0.00
F	15.306	4 067.560	171.500	3 835.241	221.033	
P	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

表2 3家医院不同清洗用水去污时间比较($\bar{x}\pm s$,s)

医院	经纯化的水	软化水	浓缩软化水	F	P
我院	262.00±14.00	228.34±14.34	158.00±18.00	116.427	<0.001
外院一	323.34±2.34	258.00±5.00	204.34±6.66	1 420.180	<0.001
外院二	340.34±2.66	249.34±6.34	212.00±5.00	1 807.576	<0.001

表3 不同清洗用水器械清洗合格率比较[件(%)]

清洗篮位置	经纯化的水	软化水	浓缩软化水	χ^2	P
上层清洗篮	11(24.45)	34(75.56)	43(95.56)	41.258	<0.001
下层清洗篮	13(28.89)	35(77.78)	43(95.56)	35.363	<0.001

3 讨论

本研究通过分析浓缩软化水、软化水和经纯化的水对手术器械去污效果的影响,揭示了不同清洗用水清洗效率和质量的差异,可为临床器械清洗用水的选择提供参考。

自来水通过离子交换去除水中碳酸钙和碳酸镁等水垢类物质后获得软化水,同时会在软化水中添加与碳酸钙和碳酸镁质量相当的弱碱性钠盐。既往研究显示,软化水、浓缩软化水中金属离子对器械上附着的无机物和有机物均有较强的去除能力[7-9]。本研究理化指标检测结果显示,3种清洗用水的钙含量和硬度均较低,可有效避免水垢附着;浓缩软化水和软化水的钠含量、电导率明显高于经纯化的水,这种特性可能增强了其对器械表面污染物的剥离能力,由此说明软化水和浓缩软化水在器械去污清洗方面较经纯化的水更具优势。

在手术器械去污清洗能力方面,本研究结果显示:3家医院的浓缩软化水去污时间均最短,软化水次之,而经纯化的水最长,佐证了浓缩软化水具有更高的去污清洗效率。这种效率主要得益于浓缩软化水中弱碱性钠盐含量较高,而弱碱性钠盐碳酸氢钠具有较强的去污能力。经纯化的水的去离子化(金属离子含量低),无法满足手术器械高效清洗的离子化去污需求,还可能因去污清洗不彻底导致医院感染风险增加。

喷淋清洗是国内外医院手术器械最主要的去污清洗方式,喷淋清洗质量直接关系着器械后续的灭菌效果及临床使用器械的安全性[10]。手术器械喷淋清洗技术原理在于:以设备运行产生的高压水流为载体,将水中溶解的清洗剂和矿物质喷淋于被清洗的器械表面,充分发挥离子化分解和离子化运动摩擦的作用,从而实现污染物的松动和去除。本研究结果显

示,在同等污染条件下,浓缩软化水用于器械清洗的合格率显著高于软化水及经纯化的水。这一结果表明,在喷淋清洗模式下,浓缩软化水更适用于手术器械的高效去污清洗,将合格浓缩软化水回收用于喷淋清洗具有较高价值。器械去污清洗主要依靠离子化分解和离子化运动摩擦实现,而经纯化的水因缺乏足够的离子化作用成分,难以获得理想的清洁效果。该结果与国家卫生行业标准推荐优先使用软化水进行手术器械清洗一致。本研究结果亦显示,采用经纯化的水清洗器械效果欠佳,还存在清洗用水成本高和水资源浪费等问题。

水是宝贵的自然资源,节约用水是现代社会对水环境及生态环境重视的体现[11]。医院肾透析中心和消毒供应中心都会采用反渗透技术大量制备经纯化的水(电导率10~50 μS/cm)或纯化水(电导率<10 μS/cm),该制水基本流程依次为"市政自来水→石英砂及活性炭过滤→软化获得软化水→精密过滤→加压→反渗透→RO反渗透膜透过端获得一级或二级纯水",在RO反渗透膜未透过端的残余水即为浓缩软化水,通常作为废水排放[12]。纯化水的产水率为40%~50%,作为成品水使用或储存;而浓缩软化水的获得率为50%~60%,具有较高的回收利用价值。以我院为例,肾透析中心和消毒供应中心现阶段每年排放该浓缩软化水在2万吨以上,若能将该浓缩软化水进行回收并优先用于器械清洗,则可达到提高器械去污清洗效果和降耗减排的双重效果,具有显著的经济效益和社会效益。

综上所述,浓缩软化水和软化水在去污清洗能力方面明显优于经纯化的水,不仅清洗效率高,且清洗效果可靠,其中浓缩软化水效果更显著,更符合医院消毒供应中心的实际需求。未来应进一步探讨浓缩软化水在不同类型器械清洗中的适用性,并优化其清洗参数,以推动其应用。

[参考文献]

[1] 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1部分:管理规范WS 310.1—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[2]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2部分:清洗消毒及灭菌技术操作规范WS 310.2—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[3] 邱火秀,苏丽彬,谢俏俏. 基于5M1E分析法管理模式对提升医院消毒供应中心管理质量的应用效果[J]. 中国医药科学,2024,14(1):161-164. doi:10.20116/j.issn2095-0616.2024.01.38.

[4] 魏静蓉,李 斌. 三级医院手术器械消毒供应用水系统的设计[J]. 局解手术学杂志,2015,24(6):637-640. doi:10.11659/jjssx.10E015144.

[5] 车绥元. 医院供应室水处理设备的改进[J]. 临床医药文献电子杂志,2014,1(6):1015. doi:10.16281/j.cnki.jocml.2014.06.002.

[6] 黄芳芳,李金城,渠 帅,等. 反渗透浓缩液处理技术的现状与进展[J]. 净水技术,2017,36(7):40-44. doi:10.15890/j.cnki.js.2017.07.007.

[7] 王岳娜,任顾群,李海青,等. 降低消毒供应中心单日用水消耗量[J]. 中国卫生质量管理,2022,29(6):85-89. doi:10.13912/j.cnki.chqm.2022.29.06.22.

[8] 叶云娣,赖元容,程 乾,等. 清洗用水对喷淋清洗器清洗质量的影响与分析[J]. 中国医疗器械信息,2022,28(6):30-33. doi:10.15971/j.cnki.cmdi.2022.11.012.

[9] 米 明,崔 毅. 失效模式与效应分析对消毒供应室手术器械集中式管理质量及医院感染率的影响[J]. 中国疗养医学,2019,28(2):137-140. doi:10.13517/j.cnki.ccm.2019.02.011.

[10] 陈文美,祝伟建,徐 溪,等. 可冲洗式持续负压引流在烧伤科治疗难治性创面修复中的应用[J]. 中国医疗美容,2016,6(1):27-30. doi:10.19593/j.issn.2095-0721.2016.01.015.

[11] 郭冠军,韩梦龙,莫冰玉,等. 反渗透水处理技术及其应用趋势研究[J]. 价值工程,2020,1(3):201-202. doi:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2020.03.080.

[12] 张旭珍. 血液透析室消毒质量管理现状调查与管理对策[J]. 中医药管理杂志,2020,28(24):20-21. doi:10.16690/j.cnki.1007-9203.2020.24.011.

(编辑:龙小芬)