

CSSD 超声波医疗器械清洗技术发展现状与应用分析

钟玉霞 钟玉云 吴慧婷 向 银 蔡芳珍

(海南医学院第二附属医院 570311)

摘 要 医疗器械清洗由于消毒彻底、清洗干净等优点在临床广泛使用。本综述阐述了超声波技术在医疗器械清洗领域的发展现状及应用研究。介绍了超声波技术的清洗原理、发展现状、应用优越性、存在的问题和展望,针对消毒供应中心人员专业技能较高、器械使用后未进行有效的处理和保存及没有按照正确的方法清洗器械等问题,提出了相关对策,并对超声波在医疗器械清洗技术的应用前景进行了展望。

关键词 CSSD; 超声波清洗技术; 发展现状; 应用分析

Development status and application analysis of ultrasonic cleaning technology

Zhong Yuxia; Zhong Yuyun; Wu Huiting; Xiang Yin; Cai Fangzhen

(The Second Affiliated Hospital of Hainan Medical College 570311)

Abstract Because of the advantages of thorough disinfection and clean cleaning, medical device cleaning is widely used in clinic. This review describes the development status and Application Research of ultrasonic technology in the field of medical device cleaning. This paper introduces the cleaning principle, development status, application advantages, existing problems and prospects of ultrasonic technology. Aiming at the problems of incomplete cleaning of instruments, high professional skills of personnel in disinfection and supply room, ineffective treatment and preservation of instruments after use, and cleaning instruments according to correct methods, this paper puts forward relevant countermeasures, and puts forward some suggestions on the application of ultrasonic technology in medical instrument cleaning The application prospect of this technique is prospected.

Key words ultrasonic cleaning technology; Development status; Application analysis

医疗工作的地位如今在我们的生活中无可替代,由于环境、生活、饮食的改变等因素,人们的身体健康面临较大的挑战,促使医疗领域不断向前发展。医疗方面值得人们探讨、研究的方面较多,其中医院的清洗消毒供应工作尤为重要。医院中的病人较多,细菌也较多,处理好细菌才能更好的救护^[1]。超声波清洗技术的引用是非常重要的一个方面,不仅提升了器械的清洗效果,还提高了工作人员的工作效率。超声

波具有较强的穿透力,且能量集中,波长短,在液体中会形成空化效应,因此针对利用传统清洗无法清洗的、构造精密的仪器等均有较好的清洗效果^[2]。另外,其还可以有效去除难溶解且附着力强的污渍,缩短清洗的时间,降低清洗中的损伤发生率,可以有效延长工具、器械的使用寿命,因此凡是医疗器械、航空仪表、光学器材等洁净度要求较高的行业,均应用超声波清洗机清洗。其在二十世纪五十年代初次应用于医

收稿日期: 2021-4-21

作者简介: 钟玉霞(1981-9-5),女,汉族,本科,主管护师,邮箱: hnnkyy@126.com。

吴慧婷(1990-8-15),女,汉族,本科,护师,邮箱: 390044098@qq.com。

向银(1989-7-),女,汉族,本科,护师,邮编: 907348078@qq.com。

蔡芳珍(1988-6-24),女,汉族,本科,主管护师,邮箱: 624850504@qq.com。

通讯作者: 钟玉云(1981-9-5-),女,汉族,大专,主管护师,邮箱: zyy9625@163.com。

请改为: 邮箱

学材料、机械零部件的清洗,随着换能器、超声波电源的不断发展,超声清洗机的效率越来越高,体积越来越小,针对结构精密、复杂且拆卸困难的汽车轴承、减震器类的零部件方面,超声清洗不仅可以提高清洗率,还可以提高清洗洁净度^[3]。近几年,计算机技术不断发展,超声清洗机也逐渐发展为全自动化且多功能一体的机器^[4]。CSSD (Central Sterile Supply Department) 指消毒供应中心,是医院中承担各个科室中重复使用的诊疗器具、器械、物品的灭菌、清洗、消毒以及无菌物品供应的部门。本文主要综述 CSSD 超声波医疗器械清洗技术发展现状与应用分析。

1 清洗原理

1.1 超声波清洗原理

超声波清洗的机理相对比较复杂,目前对其清洗机理的共识为:通过超声场所形成作用力,使物质发生化学或物理变化,从而达到清洗效果;即超声波发生器会产生 >20KHZ 的超音频电能,利用换能器转换为同频率的机械振动,传导清洗液中,超声波通过疏密相间的传导,产生较多的微小气泡,其在超声波的负压区生长,在正压区会迅速破裂^[5]。而此种微小气泡的生长以及迅速破裂的过程即被称为空化效应^[6]。空化效应产生的气泡破裂后会形成瞬时高压,对清洗物的表面进行不断的轰击,促使其表面的污垢快速脱落,当超声波的强度到达一定程度时会引发一系列的物理或化学变化,从而达到清洗的效果^[7]。

(1) 超声波震动频率等同于空腔泡的变化频率时会形成共振,此时空腔泡中有大量热能,其可以断裂清洗物质的化学键,引发物理或化学变化。

(2) 空腔泡在清洗液中的合并,消失或碰撞均会形成较大的压力,促使清洗物质发生分子变化,引发分散、溶解、乳化等无力变化或氧化、化合、断裂、还原、裂解等化学变化。

(3) 形成空腔泡时,泡壁间由于电位差导致放电,活化腔内气体,从而导致清洗物活化,引发物理或化学变化^[8]。

1.2 操作方法和注意事项

(1) 清洗的操作方法,医疗器械不同于常规的污物,其不仅粘有患者肾素的病菌,同时自身长期的搁置也产生细菌,如果器械进行过肿瘤切除或器官移植等手术,均会有残留物,而残留物均不能直接接触人体,通过超声波清洗效果更佳^[9]。而超声波清洗医疗器械的方法主要有以下几点:①分类回收医疗器械,之后放入 1000mg/L 的有效氯溶液中浸泡,时间为半小时,如果医疗器械的污染程度较高,可以将浸泡时间延长^[10],浸泡后从而将器械的残留物去除,放到流动水下冲洗,将污染物初步去除^[11]。②将洗涤剂装入清洗器中,添加多酶清洗剂后放入器械,完全浸泡后,将超声清洗机盖好盖子,清洗 3-5 分钟,可以依据器械的污染程度延长时间,最高不能超过 10 分钟^[12]。③清洗干净后,进行烘干,同时上油打包好器械,避免再次污染。相较于常规的清洗方法,其优点较多,且能依据器械的污染和重要程度,给予不同方案的清洗方法,从而达到预期效果^[13]。

(2) 操作注意事项:①机器清洗中不能更改功率,如需更改需要关闭电源后更改;②启动有故障时不能强行再次开机;规范、轻放清洗物,且应在清洗液中完全浸泡;③清洗时清洗剂温度越高其清洗效果越好,而空化效果最好的温度就是 30-40 摄氏度,因此通常超声波清洗的温度水温在 40-50 摄氏度;④洗涤时洗涤剂液面需 >4 厘米;⑤清洗槽保证处于清洁、干净的状态,使用完毕后放掉清洗液,洗净擦干^[14-15]。

1.3 清洗工艺要求

1.3.1 频率

经研究发现,超声波频率和空化作用关系密切,日常清洗医疗器械时均依靠工作人员的经验操作,因此清洗效果会有所不同,如果没有经验的人清洗其效果较难保证^[16]。低频波产生的空化气泡数量少而体积大,爆破时释放的能量大,空化效应强。但是频率越低,对器械的损坏就越严重。高频波产生的空化气泡数量多而体积小,爆破时释放的能量小,空化效应弱,适合超声精密器械^[17]。此规律的发现对超声清洗的应

用有积极意义,且会对器械的清洗消毒效果形成直接影响。大量研究总结发现,低频时(超声频率)空化作用更容易发生,通常比较理想的频率为45KHz^[18]。

1.3.2 强度

超声波清洗医疗器械效果理想,但需要注意参数的控制。通常单位面积大于0.4W的超声功率时,强度越高空化作用越好,且清洗效果也越好^[19]。客观来讲,医疗器械的清洗有限定范围,不能无限制消毒,也不能草草了事,需要在规定范围内操作,从而保证清洗效果;因此在今后的应用中需要注重强度的控制^[20]。

1.3.3 温度

目前超声波清洗除了以上两点注意事项外,还需要控制清洗温度。由于清洗效果不同,因此低温、高温清洗消毒方面有所差异,需要依据器械设置温度^[21]。大多医疗器械清洗时最佳温度为25-45摄氏度,在这个区间清洗、消毒效果更佳,且残留率低^[22]。

3 发展现状

3.1 国内外超声波清洗技术研究现状

我国对于超声波清洗技术的研究相对较早,且超声波清洗技术在我国法治速度相对较快,以其优越性在市场上应用较多。(1)机械与工业领域有金属原件喷涂、机械损坏原件替换时应进行清洗;(2)树脂镜片、照相机镜头、滤光片等高级光学镜片需要清洗;(3)以器械、高级实验器材、视频加工制造器械需要清洗;(4)黄金首饰、贵重摆件及高级家居饰品需要清洗。而国外超声波清洗设备种类相对较多,超声波清洗设备应用领域亦相对广泛,不同类型的超声波设备相继使用。国外学者研究表明:高频超声波清洗技术在国外超声波清洗设备中占据比例较大,如:美国的Verteq、Imtec, ProSys公司研制的高频超声波清洗机等,均能发挥良好的清洗效果,防止污染物再次污染。

3.2 超声波清洗技术研究现状

目前,临床上常用的超声波清洗技术类型较多,包括:兆赫级超声波清洗、聚焦式清洗、多频清洗、

扫频和跳频清洗及多槽式全自动联合清洗等,不同清洗方法各有优缺点及适应症,具体如下。

3.2.1 兆赫级超声波清洗

该清洗方法是利用声压梯度效应实现清洗目的,其工作频率为0.7MHz与1MHz的高频,工作时不会发出超声波“空化效应”。国内学者研究表明:兆赫级超声波清洗对类似于集成芯片类体积小、容易受损的物件具有良好的清洗效果,使得该清洗模式在电子元件领域使用广泛。

3.2.2 聚焦式清洗

该清洗方法能弥补普通超声波清晰不彻底等弊端。国内学者研究表明:对于纺织领域过滤器,微孔器材清晰效果不佳,但是选择聚焦式清洗方式能获得良好的清洗效果。

3.2.3 多频清洗

主要由多种频率的换能器同时发生不同频率的超声波,实现物件的清洗。不同超声波频率对仪器设备的清洗效果存在差异,高频对物件细小部位的清洗效果较好。因此,高频、低频配合使用能获得良好的清洗效果。

3.2.4 扫频和跳频清洗

扫频和跳频清洗均能改善超声波清洗容器中超声场的结构,扫频能改善清洗容器内驻波场,使得物件获得良好的清洗效果;跳频和多频均能根据仪器设备的需要选择何种频率。

3.2.5 多槽式全自动联合清洗

属于是多槽联合智能控制的功能全面、降低劳动强度及提高综合效率的智能设备。多槽式全自动联合清洗能对放入清洗槽内的不同大小、不同材料、不同形状、不同污染程度的物件根据情况、不同方位,选择对应的频率、功率等超声波,从而达到最佳的清洗效果。

4 应用优越性

(1)提高清洗效率,相较于其他清洗方法,其可以提高清洗的洁净度和清洗效率。不管多么复杂的

器械,只要完全放入清洗液中,超声波均能对其产生作用^[23]。针对一般的磷化、防锈以及除油等工艺超声波仅需三分钟就能完成;且由于操作时间短,一次可清洗一定体积和数量的器械,同时耗电费用低,因此相较于其他的清洗方法,其成本更低^[24]。

(2) 避免劳动损伤,有较多的医疗器械在材质和精度方面非常精细,因此清洗中应格外注意,常规的手工清洗容易发生器械损坏、人员受伤的危险,影响后续的工作,而超声波技术的应用可以较好的处理此类器械^[25]。另外,手工清洗需要应用较多的化学药品和溶剂,污染环境,如果没有处理彻底也会产生其他方面的影响,危害操作人员的身体健康。而超声波清洗可以提高工作效率,降低环境污染程度,是未来主要的发展方向。

(3) 应用广泛,目前超声波清洗技术已在各个领域广泛应用,其适应性较为广泛,且在较多工作中均有较高的水准。其可以提高清洗物的表面洁净度,通过声波震动可以降低媒介接触,使其清洗效果更佳;另外其清洗均需要某种强度的超声波,因此不会损坏清洗物。另外便于工艺的実施和连续自动化,因此在医疗器械的清洗消毒中尤其适合,其不仅能自动清洗还可以根据器械的接受能力(超声波)以及形状调节,提高清洗效果。

5 存在的问题

目前,超声波清洗技术用于消毒供应中心存在的问题相对较多,包括:对消毒供应中心人员专业技能要求较高、器械使用后未进行有效的处理和保存及没有按照正确的方法清洗器械问题,导致临床使用受到不同程度限制,具体如下:

(1) 对消毒供应中心人员专业技能要求较高。目前,很多医院消毒供应中心工作人员受教育水平相对较低,年龄亦相对偏大,导致超声技术清洗时难以胜任;部分医护人员难以接受新事物,亦缺乏学习的积极性。因此,消毒供应中心清洗过程从思想上未引起足够的重视,影响消毒效果。近年来,消毒供应中心引进超声波清洗技术,对消毒供应中心工作人员提出更高要求。因此,消毒供应中心人员应加强自身专

业技能提高,不断学习新的技术知识,操作新的设备,从而达到良好的消毒效果;

(2) 器械使用后未进行有效的处理和保存。器械使用后表面会存留一些脓液、血液或体液等污染物,消毒供应中心工作人员没有及时进行冲洗,导致污染物在器械上干涸,且长时间保留在上面,增加清洗工作的难度。国内学者进行了一次实验,实验中将血液污染程度相近的止血钳随机分为两组,分别在不同时间点进行清洗,采用隐血检测来测定血液残留情况,结果表明:观察组器械使用后 2h 进行清洗效果更加,隐血阳性率为 6%,低于对照组隐血阳性率为 45.0%,由此说明器械使用后及时进行清洗,能提高消毒清洗质量。

(3) 没有按照正确的方法清洗器械。消毒规范中规定针对不同仪器器械或不同污染物应选择不同的超声波清洗技术和清洗剂进行清洗。对于金属器械一般选择弱碱性清洗剂;清洗有机物污染的器械,应选择碱性清洗剂;对于无机物污染的器械,应选择酸性清洗剂;对于医疗器械结构较为复杂,外表凹凸不平或带有夹层时,常选择多酶清洗剂。但是,实际操作过程中消毒供应中心工作人员难以一一选择合适的清洗剂,难以充分发挥超声波清洗技术优势。

6 展望

综上所述,医疗器械的清洗中应用超声波清洗技术效果较好,从整体来讲,其各项成功均与医疗器械的清洗、消毒标准相符,且在频率、事件以及温度的控制上也有积极的作用。在之后的工作中,继续推广超声波清洗技术,从而保证医疗器械的洁净度,为患者保驾护航的同时保障医学技术的发展。

参考文献

- [1] Wang Qingyan, Sun Jianling, Pang Lihua. Cleaning quality of different cleaning methods for reusable laparoscopic instruments[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2019, 018(003): 253-256.
- [2] 崔玉洪. 基于超声波清洗技术的喷涂清洗装置集成设计及应用实践[J]. 制造技术与机床, 2019, 000(012): 82-84.
- [3] A R B W L, B S C B, C B H, et al. Effect of cleaning protocol on silica deposition and silica-mediated bonding

- to Y-TZP[J]. *Dental Materials*, 2019, 35(11): 1603–1613.
- [4] 张旭, 刘远, 赵正阳, 等. 广州市部分医疗机构内镜清洗消毒管理现状调查[J]. *中国消毒学杂志*, 2019, 036(003): 229–230.
- [5] 倪丽俊, 宋晓园, 汪莉, 许隽, 周雄文. 基于 5MIE 分析法的消毒供应中心集中化管理效果评价[J]. *中国医院管理*, 2020, 40; No. 473(12): 54–57.
- [6] Wiedenmann F, Liebermann A, Spintzyk S, et al. Influence of Different Cleaning Procedures on Tensile Bond Strength Between Zirconia Abutment and Titanium Base[J]. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2019, 34(6): 1318–1327.
- [7] 孙睿, 陈丽萍, 雷曦兵, 等. 宜宾市医疗机构消毒供应中心现状调查[J]. *中国消毒学杂志*, 2019, 36(004): 273–275.
- [8] Zhang X, Lin X, Zhang Z, et al. Artificial Intelligence Medical Ultrasound Equipment: Application of Breast Lesions Detection[J]. *Ultrasonic Imaging*, 2020, 42(6): 01617 3462092845.
- [9] 范小兰, 王慧敏, 张和平, 陈茜茜. 消毒供应中心系列器械清洗装载架在临床口腔器械清洗中的效果观察[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37; No. 231(11): 69–71.
- [10] 范小兰, 王慧敏, 张和平, 陈茜茜. 消毒供应中心系列器械清洗装载架在临床口腔器械清洗中的效果观察[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, v. 37; No. 231(11): 69–71.
- [11] Quintero Y, Mosquera E, Diosa J, et al. Ultrasonic-assisted sol-gel synthesis of TiO₂ nanostructures: Influence of synthesis parameters on morphology, crystallinity, and photocatalytic performance[J]. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2020, 94(2): 477–485.
- [12] 付海鸿, 喻晴, 蒋丽娟, 等. 根因分析法在消毒供应中心职业暴露中的应用[J]. *中国感染控制杂志*, 2020, 19(06): 89–92.
- [13] Razmi R, Ramavandi B, Ardjmand M, et al. Efficient phenol removal from petrochemical wastewater using biochar-La/ultrasonic/persulphate system; characteristics, reusability, and kinetic study[J]. *Environmental Technology*, 2019, 40(5–8): 822–834.
- [14] 赵霞, 王力红, 赵昕, 等. 消毒供应中心基于失效模式与效应分析法的医院感染风险管理实践[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(06): 155–160.
- [15] Gong H Y, Shi X K, Zhu H Q, et al. Evaluation of carotid atherosclerosis and related risk factors using ultrasonic B-Flow technology in elderly patients[J]. *The Journal of international medical research*, 2020, 48(10): 0300060520–96122.
- [16] 薛世萍, 石丽丽, 王小萍, 等. 西部某省级中医院消毒供应室现状调查分析[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37; No. 222(02): 81–83.
- [17] 冀宽, 刘桂兰, 刘海涛, 等. 标准操作规程在专科器械超声波清洗中的应用[J]. *中国卫生标准管理*, 2020, 011(010): 132–134.
- [18] Jiang M, Zhu W, Ruan S, et al. Effect of ultrasonic power and frequency on rheological properties of Chinese honey [J]. *LWT—Food Science and Technology*, 2020, 137(1): 110425.
- [19] 钱黎明, 季侃雯, 张青. 医院消毒供应中心实施信息化质量追溯的现状调查[J]. *中华护理杂志*, 2020, 055(001): 123–127.
- [20] 陈榕, 张秀珍, 蔡玉琴, 等. 超声波清洗机加酶加高压水枪清洗法对金属吸引管的清洗效果[J]. *医疗装备*, 2019, 32(02): 63–64.
- [21] Rajwar B K, Sharma S K. Solvent-dependent structural and optical properties of Cu₂MnSnS₄ synthesized via ultrasonic-assisted sol-gel method[J]. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2020, 96(2): 1–8.
- [22] 李佳, 刘艳, 李青, 等. 多酶清洗剂联合超声波清洗医疗器械的效果观察[J]. *山东医学高等专科学校学报*, 2019, 041(001): 71–72.
- [23] 张玥. 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]. *中国医疗器械信息*, 2020, 026(002): 189–190.
- [24] 蒋立坤, 胡守琦, 孙晓飞, 等. 超声波清洗对滑阀微结构清洁度的研究分析[J]. *内燃机与配件*, 2020, No. 321(21): 39–41.
- [25] Lemlikchi S, Martinsson J, Hamrit A, et al. Correction to: Ultrasonic Characterization of Thermally Sprayed Coatings[J]. *Journal of Thermal Spray Technology*, 2019, 28(3): 591–591.