

DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2018.03.020

· 综述 ·

口腔综合治疗台水路污染控制研究进展

Research progress on contamination of dental unit waterlines

韩 梦(HAN Meng)^{1,2}, 李秀娥(LI Xiu-e)¹, 路 潜(LU Qian)²

(1 北京大学口腔医院护理部, 北京 100081; 2 北京大学护理学院内外科护理学教研室, 北京 100191)

(1 Peking University Hospital of Stomatology, Beijing 100081, China; 2 Peking University School of Nursing, Beijing 100191, China)

[关键词] 口腔综合治疗台水路; 干预措施; 生物膜

[中图分类号] R181.3⁺2 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9638(2018)03-0273-04

口腔综合治疗台水路(dental unit waterlines, DUWLs)是口腔综合治疗台(dental chair units, DCUs)的重要组成部分,为口腔诊疗提供水源保障^[1]。但研究发现其常存在严重污染^[2-4],污染原因主要包括防回吸装置失效、供水水源污染、管道中生物膜定植等。DUWLs中的细菌可随着水流进入患者口腔内,也可形成气溶胶污染诊室环境^[5],导致患者及医护人员发生医源性感染,是口腔诊疗过程中的感染控制重点之一。对此,目前国内外相关干预控制措施较多,主要分为物理措施和化学措施,本文对其进行综述,旨在为今后开展相关感染控制工作提供借鉴。

1 物理措施

1.1 冲洗水路 冲洗水路被认为是减少输出水微生物含量的简单而有效的措施。美国疾病控制与预防中心及澳大利亚牙医协会在牙科诊所感染控制指南中推荐^[6-7]:口腔医生每天接诊第一名患者前应冲洗管路至少 2 min,患者与患者之间至少冲洗 20~30 s,以去除因回吸进入水路的细菌。Watanabe 等^[8]将三用枪冲洗 4 min、高速手机冲洗 2 min 后进行微生物检测,两者冲洗后的水样均符合美国疾病控制与预防中心制定的标准。牙科器械内部结构复杂,冲洗时间与效果的关系类似统计学上的指数曲

线或幂曲线^[9],因此,一味地延长冲洗时间不能进一步降低水路中的细菌含量,反而造成资源的浪费。金爱琼等^[9]发现冲洗时间超过 3 min,细菌含量不再随冲洗时间的延长而下降。由于每台 DCUs 的水压及水流速度不同,相同冲洗时间的冲洗效果也不尽相同,单以冲洗时间长短作为标准略显片面,应结合临床实际情况具体分析。

1.2 排空水路 每天下班前排空储水罐和管路中的水,使其处于干燥状态,理论上可减少生物膜的再生。宋舸等^[10]研究结果表明,保持水路处于干燥环境可在一段时间内控制水路中的细菌含量。但 Fiehn 等^[11]研究发现其并不能显著减少水路中的细菌含量,可能是管道中高度水合的生物膜矩阵可以耐受长期的干燥并保护其中的微生物^[12]。因此,干燥水路只能减缓生物膜的形成。

1.3 安装过滤装置 在 DUWLs 牙科器械连接处或供水端安装过滤装置,在一定时间内可有效降低水路中微生物的含量,且操作方便,成本较低。徐燕等^[13]为 DCUs 更换过滤器后,手机水、三用枪水以及漱口水的细菌总数显著降低。研究^[14-15]发现,使用过滤装置后 2 个月内可大幅减少水路中细菌含量,但随使用时间的延长,除菌效果会逐渐下降,且安装距离牙科器械越远,起到的效果越有限。尽管过滤装置可阻隔浮游微生物,但易出现堵塞,且不能清除内毒素和已形成的生物膜。另外,过滤装置本

[收稿日期] 2017-08-16

[作者简介] 韩梦(1992-),女(汉族),北京市人,在读护理硕士研究生,主要从事口腔护理研究。

[通信作者] 李秀娥 E-mail:lixue1216@163.com

身亦是生物膜的理想栖息地,即使定期更换,也不能阻隔其对 DUWLs 的污染^[16]。

1.4 防回吸装置 连在 DCUs 上的口腔器械(如超声洁治器,牙科手机等)回吸引起的牙科用水污染一直是牙科治疗中的隐患。研究^[17]表明,防回吸装置可有效防止口腔内细菌回吸,污染牙科用水。但采用防回吸装置,只能减少回吸的污染率,不能完全杜绝回吸污染,且若不定期检测,反而会增加微生物污染的可能性^[18]。由于防回吸装置失败率高,对水路中已形成的生物膜无效,临床上推广使用的同时也需定期监测使用效果,有条件时应配合其他方法。

1.5 使用无菌水、蒸馏水或去离子水 使用无菌水、蒸馏水或去离子水作为牙椅供水,主要适用于带有独立储水罐的牙科综合治疗台,理论上可以提供较好的水质,但实施过程中极易受到污染,导致生物膜的形成^[16, 19]。若缺乏定期监测和维护,出水质量则难以保证。

2 化学措施

物理措施虽能在一定程度上改善水质,但管路中的生物膜一旦形成,单纯依靠物理措施则很难将其清除。使用化学消毒剂定期或持续对水路进行消毒是有效控制生物膜,改善水质的方法。常见的化学消毒剂主要包括次氯酸钠、过氧化氢、过氧化氢银离子、洗必泰和过氧乙酸等,此外,酸性氧化电位水、草本植物及复合型化学消毒剂对 DUWLs 输出水也有一定的消毒效果。

2.1 含氯消毒剂 含氯消毒剂是人类最早使用的化学消毒剂之一,被广泛用于饮用水、环境、医疗卫生等领域的消毒。含氯消毒剂主要包括次氯酸钠、二氧化氯、三氯异氰尿酸等。含氯消毒剂对嗜肺军团菌、大肠埃希菌及铜绿假单胞菌具有较强的杀灭功能。研究人员^[13, 20-22]分别采用含有效氯 10~1 000 mg/L 不同浓度的消毒剂对 DUWLs 进行消毒,结果发现均能降低水路中细菌含量,并在一定程度上破坏生物膜;且随着浓度的升高,消毒效果也愈加稳定;使用含有效氯 500 mg/L 的消毒剂对水路作用 30 min 后,冲净管路并恢复原有供水系统,可保持其水样在 48 h 内达到标准要求。但是高浓度的含氯消毒剂会腐蚀牙椅的内部构造,有效氯含量越高,腐蚀性越强。残留在水中的消毒剂还会和牙齿接触,影响树脂材料的黏合作用^[23],也可能通过水雾扩散至空气中,给患者和医务人员带来化学剂

暴露的风险。因此,使用含氯消毒剂进行消毒时应考虑适宜的浓度和消毒后处理方式。

2.2 过氧化氢 过氧化氢又名双氧水,是一种强氧化剂,腐蚀性低、毒性小,常用于空气和物体表面消毒,同时也应用于 DUWLs 的消毒。过氧化氢消毒剂包括过氧化氢和碱性过氧化氢,对细菌、真菌、病毒和孢子都有较强的杀灭作用^[24]。许莹等^[25]用 30 g/L 过氧化氢对 DUWLs 进行消毒,发现消毒后 DUWLs 细菌数量大幅下降,达到美国 CDC 制定的标准。陈文森等^[1]用 20 g/L 的过氧化氢对水路进行消毒,消毒后管路中细菌总数显著降低,但其消毒效果仅能维持 24 h。研究^[26]表明,碱性过氧化氢易造成管壁堵塞,可能与有机物质在管壁内逐渐沉积有关。过氧化氢消毒效果好,降解产物较含氯消毒剂更环保且对牙科管路损耗较小,但稳定性差、易分解、维持时间短。若想保持长久的抑菌效果,需加大使用频率,而长期应用则可能对牙科管路造成腐蚀,影响消毒效果^[27]。

2.3 过氧化氢银离子 过氧化氢银离子消毒剂是过氧化氢与银离子组成的液体制剂,其中银离子具有稳定剂和催化剂的双重作用。过氧化氢银离子消毒剂消毒效果显著,稳定性好,无毒性残留物,是一种值得推广的新型消毒剂。许莹等^[25]比较了过氧化氢、次氯酸钠和过氧化氢银离子消毒剂的消毒效果,发现 3 种消毒剂均可有效降低出水细菌含量;由于银离子有持久抑菌的特点,故过氧化氢银离子在保持消毒效果方面更具有优势。对于经常在 DUWLs 水路中检测到的军团菌,短时间内杀灭率达 99.99%^[28]。Barbot 等^[29]研究显示,相比于过氧化氢,过氧化氢银离子对真菌和原生生物的消毒作用更强。过氧化氢银离子消毒剂的高效灭菌和长效抑菌的特性非常适用于 DUWLs 这种生物膜易聚集、污染难清除的狭长管路,是否可将其作为水路消毒的首选消毒剂仍是今后研究的重点。

2.4 酸性氧化电位水 酸性氧化电位水(electrolyzed oxidizing water, EOW),又名酸性电解水(acidic electrolyzed water, AEW),是指将低浓度的氯化钠溶液加入水中,并通过特殊的装置进行电解而制成的一种消毒剂,在医疗卫生领域应用广泛^[30]。EOW 的杀菌机制主要与其 pH 值、氧化还原电位、有效氯浓度以及活性氧等有关。根据 pH 值的高低,可分为微酸性电解水、弱酸性电解水和强酸性电解水。EOW 使用方法与一般化学消毒剂不同,不可稀释使用,消毒前应充分排空管路中的水

分。EOW 具有强大的杀菌能力,可在短时间内杀灭各种细菌繁殖体^[31]。Komachiya 等^[32]研究表明,微酸性电解水可有效减少 DUWLs 生物膜的形成。刘德丰等^[33]用酸性氧化电位水冲洗 DUWLs 2 min 后测得牙科手机和三用枪出水可达到美国牙医协会(ADA)制定的标准,但其效果只能维持 6 h;覃迪生等^[34]用酸性氧化电位水冲洗 DUWLs 5 min 后测得高速手机连接管水样细菌培养菌落数为 0。EOW 使用后可还原成普通水,不残留有毒物质,对环境无污染,但为避免其对管路和牙齿的腐蚀,常规消毒 DUWLs 后,应采用蒸馏水冲洗水路,当水路中 pH > 6.5 时,方可接诊患者。EOW 对 DUWLs 的消毒效果可靠,可大大减少细菌数量,但 EOW 性质不稳定,需避光密封保存,且每次使用前应检测其 pH 值和有效氯含量,以保证杀菌效果^[31]。

2.5 草本植物 尽管化学消毒剂可以有效地减少 DUWLs 中的细菌含量,抑制生物膜的形成,但化学消毒剂在使用过程中会产生一些弊端,如对金属部件的腐蚀性、对人体组织的危害性等,在一定程度上影响其在临床上的推广使用。草本植物如五倍子、芦荟汁等对仪器设备没有腐蚀,对人体无害,对环境无污染,若选择合适的浓度,可以有效地预防和控制 DUWLs 的污染。Pareek 等^[35]对比 1:100、1:10、1:1 稀释浓度下芦荟汁、次氯酸钠和过氧化氢的消毒效果,结果显示随着时间和浓度的升高,出水细菌含量出现大幅度减少,其中以芦荟汁为消毒剂的出水细菌含量下降最明显,加之其具有无腐蚀性等优点,综合比较而言芦荟汁消毒效果最好。俞雪芬等^[36]用浓度为 62.5、100 mg/mL 的五倍子水提取物对 DUWLs 的生物膜进行连续 4 周的干预,结果发现,随着干预时间的延长,生物膜逐渐减少,两组在干预后 2 周细菌菌落数均达到 ADA 制定标准,100 mg/mL 组在第 4 周时生物膜已被完全清除,而 62.5 mg/mL 组还有生物膜。但研究者发现,高浓度的五倍子溶液有一定的黏稠性,管路冲洗不彻底容易引起连接口堵塞。充分、有效的利用草本植物对管路进行消毒,浓度的选择依旧是重点。

2.6 其他 除了以上所述的消毒剂外,还有许多消毒剂被用于 DUWLs 污染的管理。Puttaiah 等^[37]研究显示,在 DUWLs 中持续加入低浓度碘可以破坏管壁上生物膜,有效抑制生物膜的形成;Hikal 等^[38]用 500 mg/h 的臭氧冲洗水路 5 min 后达到很好的效果;Agahi 等^[39]用 0.2% 的洗必泰溶液消毒水路,4 周后出水水样细菌培养均符合美国 ADA 制

定的标准,且其对铜绿假单胞菌、白假丝酵母菌有抑制作用。还有一些复合型的化学消毒剂,如以次氯酸钠为主要成分的 Apron 和 Bleach 等消毒产品,以过氧化氢及过氧化氢银离子为主要成分的 Dento-sept 和 Dioxiclear 等产品,在国内外已得到广泛使用。比较不同种类不同使用方法的复合型消毒剂消毒效果,均能大幅降低出水样本中的细菌含量,并且有效清除管壁内的生物膜,其中 Dentosept 具有最优的持续稳定杀菌作用,且持续应用比间歇定期应用杀菌效果更好,同时也提示我们,使用前应考虑 DCUs 制造商的要求以及遵照说明使用^[40]。

3 小结

DUWLs 污染严重,应予以重视。物理干预措施虽简单易行,但是其作用效果局限,不能清除水路中已形成的生物膜,很容易失效或成为水路中二次污染的来源,因此,在临床推广使用过程中应动态监测,有条件时应配合其他措施共同使用。化学干预措施能有效地减少水路中的细菌含量,清除生物膜并抑制其再形成,相比物理干预措施,效果更明显,但其对人体组织的安全性以及口腔材料粘结性缺乏长期研究,且使用过程中易受到各种因素的干扰,影响消毒效果。目前,化学消毒剂对 DCUs 内部部件造成的不良影响依旧是迫切待解决的问题,因此,一种安全、有效、经济的适用于 DUWLs 的消毒方法仍是未来的研究热点。但无论是哪种措施,单纯依靠其来预防与控制 DUWLs 污染是不够的,需从水源开始,根据实际情况,采用物理和化学措施结合的综合性干预措施对其进行有效的管理,保障治疗用水的安全。

[参考文献]

- [1] 陈文森,李斌,张伟,等. 过氧化氢对口腔综合治疗台水路消毒效果研究[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31(1): 5-8.
- [2] 江宁,徐春华,田靓,等. 上海市医疗机构口腔综合治疗台水污染情况调查[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31(7): 729-731.
- [3] Watanabe A, Tamaki N, Yokota K, et al. Monitoring of bacterial contamination of dental unit water lines using adenosine triphosphate bioluminescence[J]. J Hosp Infect, 2016, 94(4): 393-396.
- [4] 钱清,倪凯文,张大帆,等. 口腔综合治疗台水路污染的现况调查与分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(12): 2857-2859.
- [5] 张玉勤,刘吉起,袁中良,等. 口腔治疗过程中气溶胶污染范围调查[J]. 中国消毒学杂志, 2013, 30(6): 544-546.

- [6] CDC. Guidelines for infection control in dental health - care settings[EB/OL]. (2003 - 12) [2017 - 11]. <https://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5217.pdf>.
- [7] Australian Dental Association. Guidelines for Infection Control [EB/OL]. (2015 - 07) [2017 - 11]. https://www.ada.org.au/Dental - Professionals/Publications/Infection - Control/Guidelines - for - Infection - Control/1ADA_GuidelinesforInfectionControl_3.
- [8] Watanabe E, Agostinho AM, Matsumoto W, et al. Dental unit water; bacterial decontamination of old and new dental units by flushing water[J]. Int J Dent Hyg, 2008, 6(1): 56 - 62.
- [9] 金爱琼, 常香远, 宁克勤, 等. 牙科手机空转冲洗防回吸污染的时效性研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2008, 18(2): 224 - 226.
- [10] 宋舸, 戴小明, 杨乐, 等. 口腔科综合治疗台水路无菌处理效果研究[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(7): 639 - 642.
- [11] Fiehn NE, Larsen T. The effect of drying dental unit waterline biofilms on the bacterial load of dental unit water[J]. Int Dent J, 2002, 52(4): 251 - 254.
- [12] O'Donnell MJ, Boyle MA, Russell RJ, et al. Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century[J]. Future Microbiol, 2011, 6(10): 1209 - 1226.
- [13] 徐燕, 王玲, 张伟, 等. 口腔科综合治疗台水系统细菌污染状况及消毒效果研究[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31(12): 1291 - 1294.
- [14] Murdoch - Kinch CA, Andrews NL, Atwan S, et al. Comparison of dental water quality management procedures[J]. J Am Dent Assoc, 1997, 128(9): 1235 - 1243.
- [15] Copenhagen TL. The effect of ultrafiltration on the quality of water from dental units[J]. Int Dent J, 2006, 56(6): 352 - 355.
- [16] 徐华英, 唐晓炜, 顾怡勤. 医疗机构口腔综合治疗台水路污染状况调查[J]. 现代预防医学, 2015, 42(12): 2269 - 2272.
- [17] Ji XY, Fei CN, Zhang Y, et al. Evaluation of bacterial contamination of dental unit waterlines and use of a newly designed measurement device to assess retraction of a dental chair unit[J]. Int Dent J, 2016, 66(4): 208 - 214.
- [18] 纪学悦, 费春楠, 沈芃, 等. 天津市口腔综合治疗台水路回吸调查[J]. 中国感染控制杂志, 2015, 14(11): 743 - 745.
- [19] 苏静, 辛鹏举, 黄凝, 等. 北京市三级综合医院口腔综合治疗台水路污染调查及改进措施探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(16): 3822 - 3825.
- [20] 刘玉红, 景欢欢, 徐岚, 等. 低浓度含氯消毒剂对口腔综合治疗台水路消毒效果观察[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31(7): 686 - 688.
- [21] 周宏, 郑伟, 邓丽华, 等. 口腔综合治疗台水路污染监测及干预效果观察[J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(7): 1612 - 1613.
- [22] 臧继荣. 口腔治疗用水细菌污染状况调查与干预措施[J]. 中国消毒学杂志, 2012, 29(11): 998 - 1000.
- [23] Roberts HW, Karpay RI, Mills SE, et al. Dental unit waterline antimicrobial agents' effect on dentin bond strength[J]. J Am Dent Assoc, 2000, 131(2): 179 - 183.
- [24] Pawar A, Garg S, Mehta S, et al. Breaking the chain of infection: dental unit water quality control[J]. J Clin Diagn Res, 2016, 10(7): ZC80 - ZC84.
- [25] 许莹, 吴红梅, 叶莺, 等. 不同消毒剂对口腔综合治疗台水路消毒效果研究[J]. 中国感染控制杂志, 2015, 14(1): 23 - 26.
- [26] Tuttlebee CM, O'Donnell MJ, Keane CT, et al. Effective control of dental chair unit waterline biofilm and marked reduction of bacterial contamination of output water using two peroxide - based disinfectants[J]. J Hosp Infect, 2002, 52(3): 192 - 205.
- [27] Petti S, Polimeni A, Allen MJ. Dental unit water treatment with hydrogen peroxide and monovalent silver ions artificially contaminated with freshly isolated pathogens[J]. Ann Ig, 2015, 7(26): 789 - 798.
- [28] Ditommaso S, Giacomuzzi M, Ricciardi E, et al. Efficacy of a low dose of hydrogen peroxide (Peroxy Ag⁺) for continuous treatment of dental unit water lines: challenge test with *Legionella pneumophila* serogroup 1 in a simulated dental unit waterline[J]. Int J Environ Res Public Health, 2016, 13(5): 745.
- [29] Barbot V, Costa D, Deborde M, et al. Efficacy of dental unit disinfectants against *Candida spp.* and *Hartmannella vermiformis*[J]. Pathog Dis, 2014, 70(3): 289 - 296.
- [30] 曹授俊, 雷莉辉, 艾君涛, 等. 酸性氧化电位水消毒剂的研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2016, 33(7): 682 - 684.
- [31] 赖发伟, 杨宁, 曾文明, 等. 酸性氧化电位水对微生物杀菌效果研究[J]. 中国消毒学杂志, 2016, 33(7): 698 - 700.
- [32] Komachiya M, Yamaguchi A, Hirai K, et al. Antiseptic effect of slightly acidic electrolyzed water on dental unit water systems[J]. Bull Tokyo Dent Coll, 2014, 55(2): 77 - 86.
- [33] 刘德丰, 梁建生, 甘学军, 等. 酸性氧化电位水对口腔综合治疗台水路消毒效果观察[J]. 中国消毒学杂志, 2016, 33(2): 113 - 115.
- [34] 覃迪生, 文学锦, 陈桂英, 等. 口腔综合治疗台水路晨间开诊前污染监测及干预措施[J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(23): 5978 - 5980.
- [35] Pareek S, Nagaraj A, Sharma P, et al. Disinfection of dental unit water line using aloe vera: in vitro study[J]. Int J Dent, 2013, 2013: 618962.
- [36] 俞雪芬, 李聪, 王欣芝, 等. 五倍子水提取物清除牙科综合治疗椅水路生物膜的效果[J]. 中华护理杂志, 2012, 47(6): 545 - 547.
- [37] Puttaiah R, Seibert J, Spears R. Effects of iodine in microbial control of dental treatment water[J]. J Contemp Dent Pract, 2011, 12(3): 143 - 151.
- [38] Hikal W, Zaki B, Sabry H. Evaluation of ozone application in dental unit water lines contaminated with pathogenic *Acanthamoeba*[J]. Iran J Parasitol, 2015, 10(3): 410 - 419.
- [39] Agahi RH, Hashemipour MA, Kalantari M, et al. Effect of 0.2% chlorhexidine on microbial and fungal contamination of dental unit waterlines[J]. Dent Res J (Isfahan), 2014, 11(3): 351 - 356.
- [40] Schel AJ, Marsh PD, Bradshaw DJ, et al. Comparison of the efficacies of disinfectants to control microbial contamination in dental unit water systems in general dental practices across the European Union[J]. Appl Environ Microbiol, 2006, 72(2): 1380 - 1387.