·诊治分析·

掺硼金刚石薄膜臭氧水在牙科综合治疗台水路消毒的效果评价

戴玉雯，何文欢，刘珍艳，李泳思，黄秋平，吴小红

【关键词】 掺硼金刚石薄膜；臭氧水；牙科综合治疗台水路；间断式消毒；细菌总数
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.02.024
【中图分类号】 R782.05+2　【文献标志码】 A　【文章编号】 1671-0800(2024)02-0227-04

口腔综合治疗台（dental unit，DU，以下简称“牙椅”）是口腔门诊诊疗过程中最基础的医疗设备，其水路系统（dental unit waterlines，DUWLs）主要负责牙椅上牙科高速手机、三用枪、水杯注水器等的用水。由于 DUWLs 的特性，以及临床使用过程中回吸造成的水及管道内壁污染，导致 DUWLs 极易形成生物膜，并最终影响出水端医疗用水[1]。20 世纪 60 年代，Blake 首次在 DUWLs 治疗用水中发现高达 10^6 CFU/ml 的菌落数[2]，2012 年，意大利发生因牙科治疗感染嗜肺炎性军团菌导致死亡的事件[3]，自此，DUWLs 水路污染受到广泛关注。2023 年 5 月中华口腔医学会发布《口腔综合治疗台水路污染控制与管理指南》（T/CHSA 023—2023）前，我国尚未对口腔诊疗用水水质卫生标准做出明确规定，根据各国经验和上海《口腔综合治疗台水路卫生管理要求》（DB31/T 1363—2022）[4]等地方标准，主要参照 2022 年新版《生活饮用水卫生标准》（GB5749—2022）[5]，DUWLs 输出水的菌落数应小于 100 CFU/ml。本研究采用国内自主研发的掺硼金刚石薄膜（boron-doped diamond，BDD）臭氧水对 DUWLs 进行间断式消毒，监测消毒前后水样菌落数改变，拟为临床选择合适 DUWLs 消毒方案提供理论依据，现报道如下。

基金项目： 广州医科大学附属口腔医院护理重点专科培育课题（HL202309）

作者单位： 510182 广州，广州医科大学附属口腔医院、广东省口腔组织修复与重建工程技术研究中心、广州市口腔再生医学基础与应用研究重点实验室（戴玉雯、何文欢、刘珍艳、吴小红）；广东医科大学（李泳思）；江西欣远新材料科技有限公司（黄秋平）
通信作者： 吴小红，Email：1902957369@qq.com

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2023 年 1—3 月使用的 6 台牙椅作为研究对象，将采用 BDD 臭氧消毒机生成 1.0 mg/L 臭氧水进行消毒的 3 台牙椅记为试验组，将采用常规水路清洁的 3 台牙椅记为对照组，比较不同组别水样菌落计数。所有牙椅均为集中式供水，总水路输入水均为市政供水经过滤、软化、反渗透等处理的纯水，且水样菌落总数不超过 10 CFU/ml。

1.2　方法

1.2.1　仪器与试剂　BDD 臭氧牙椅终端消杀仪（江西欣远新材料科技有限公司）、口腔综合治疗台（贝蒙 Celesta Ⅱ，日本）；一次性使用离心管（浙江恒大医疗器械有限公司），细菌琼脂培养基（BD，美国）。

1.2.2　水路消毒　试验组牙椅每次开诊前均采用 1.0 mg/L 臭氧水冲洗消毒 DUWLs 5 min，每位患者诊后消毒 DUWLs 30 s，随后排空管道内剩余臭氧水，恢复纯水为诊疗用水，并于每天诊疗结束后冲洗消毒 DUWLs 5 min 后干燥过夜；对照组牙椅每天开诊前采用纯水冲洗 DUWLs 5 min，每位患者诊后纯水冲洗 DUWLs 30 s，并于每天诊疗结束后纯水冲洗 DUWLs 5 min 后干燥过夜。

1.2.3　水样采集　采样过程遵守无菌操作原则，采样人员按照标准预防原则穿戴防护用品，分别于使用前、使用后 1 周、4 周、8 周、12 周早上开诊前，使用 75%酒精擦拭未安装牙科高速手机的连接口（金属帽需后退）、未安装三用枪头的三用枪出水口及水杯注水器出水口 2 遍，连续排水 30 s 后，采用无菌离心管收集 10 ml 水样，常温下 2 h 内送检。

1.2.4　菌落检测　所有水样统一外送广州金域医学

检验中心有限公司，参照《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）[5]生活用水细菌指标监测方法，常规培养后采用全自动菌落分析仪进行菌落计数。

1.2.5　判断标准　比较不同组别菌落计数情况，根据《生活饮用水卫生标准》（GB5749—2022）[5]，以水样菌落总数≤100 CFU/ml 为合格。

1.3　统计方法　采用 SPSS 22.0 统计软件进行分析，计量资料以均数±标准差表示，采用 Levene 检验检测两组方差齐性，组间比较采用 t 检验；以消毒前水样菌落数为基数计算不同组别细菌灭活率，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　不同组别水样菌落数变化情况比较　使用 BDD 臭氧水消毒前不同组别菌落数差异无统计学意义（$P > 0.05$）；与消毒前比较，试验组使用臭氧水消毒后 1、4、8 及 12 周，牙科高速手机、三用枪、水杯注水器水样菌落数均明显降低（均 $P < 0.05$），至消毒后 12 周时，试验组牙科高速手机、三用枪、水杯注水器水样菌落数均为 0；且与消毒后对照组比较，试验组各水样菌落数均更低（均 $P < 0.05$），见表 1。

2.2　不同组别水样合格率比较　采用 BDD 臭氧水消毒后，对照组不同时点 36 份水样中，仅 5 份合格，不合格 31 份，合格率为 13.89%；试验组 36 份水样均合格，合格率为 100%，两组水样合格率差异有统计学意义（χ^2=54.439，$P < 0.05$）。

2.3　BDD 臭氧水杀菌率情况比较　与消毒前比较，消毒后 12 周时牙科高速手机、三用枪、水杯注水器杀菌率均达到 100%，其中牙科高速手机平均杀菌率为 98.66%，三用枪平均杀菌率为 97.12%，水杯注水器平均杀菌率为 92.10%，见表 2。

表 1　不同组别水样菌落数变化情况比较　CFU/ml

组别	牙科高速手机水样	三用枪水样	水杯注水器水样
对照组			
消毒前	267.0±148.81	393.33±80.59	164.0±25.71
消毒后 1 周	271.67±161.78	359.67±193.91	101.67±19.43
消毒后 4 周	173.33±122.71^{b}	159.00±114.69^{b}	291.67±94.11
消毒后 8 周	222.33±143.51	144.00±68.46^{b}	274.33±122.53
消毒后 12 周	271.33±93.82	170.00±96.16	104.67±90.78
试验组			
消毒前	209.67±54.52	309.33±39.53	175.0±53.70
消毒后 1 周	6.00±2.00^{ab}	18.67±7.02^{ab}	32.33±28.75^{ab}
消毒后 4 周	2.22±2.31^{ab}	14.33±9.29^{ab}	22.33±19.40^{ab}
消毒后 8 周	3.00±2.65^{ab}	2.67±1.15^{ab}	0.67±0.58^{ab}
消毒后 12 周	0^{ab}	0^{ab}	0^{ab}

注：与对照组比较，$t \geq 6.87$，a$P < 0.05$；与使用前比较，$t \geq 3.77$，b$P < 0.05$

3　讨论

DUWLs 污染是导致口腔门诊交叉感染的主要影响因素之一，我国普遍存在 DUWLs 污染。DUWLs 管路狭长，通道繁多，水流流速较低，水中无机物和有机化学物附着管路内壁可形成薄膜，夜间停诊及患者治疗间隙 DUWLs 内水流停滞，微生物极易黏附于获得性薄膜，并进一步形成生物膜，增加院内交叉感染的风险[6-7]。

根据美国疾病预防控制中心建议，口腔医疗机构在开诊前应冲洗输水管道，并在每位患者治疗结束后至少冲洗管道 20 ～ 30 s[8]。我国卫医发[2005] 73 号《医疗机构口腔诊疗器械消毒技术操作规范》明确规定：每次治疗开始前和结束后及时踩脚闸冲洗管腔 30 s，减少回吸污染；有条件可配备管腔防回吸装置或使用防回吸牙科手机。尽管常规的物理、化学消毒方法可在一定程度上降低 DUWLs 输出水中的菌落数量，但仍无法达到标准[4]。据 2021 年中国疾病预防控制中心对全国 30 家医院口腔科用水检测结果，我国口腔科手机喷水菌落总数≥100 CFU/ml 的比例为 65.72%[9]。同时既往研究表明，DUWLs 管道水中可检出芽孢杆菌、军团菌、假单胞菌、葡萄球菌、链球菌、结核分支杆菌等多种条件致病菌，以及白色念珠菌、乙肝病毒、阿米巴原虫等多种真菌、病毒、原生动物，细菌总数可达 1×10^4 ～ 1×10^6 CFU/ml[10-12]。因此，重视 DUWLs 的消毒管理，积极控制 DUWLs 污染，对于构建安全的诊疗环境具有重要意义。

目前临床上用于 DUWLs 消毒的方式主要分为物理消毒和化学消毒两种。其中，物理消毒被认为是改善 DUWLs 生物膜附着的基本方式，包括管路

表 2　BDD 臭氧水杀菌率情况比较　%

水样	消毒后 1 周	消毒后 4 周	消毒后 8 周	消毒后 12 周	平均值
牙科高速手机	97.14	98.94	98.57	100.0	98.66
三用枪	93.96	95.37	99.14	100.0	97.12
水杯注水器	81.53	87.24	99.62	100.0	92.10

冲洗、管路排空干燥、改善管路材料、安装防回吸装置、安装微生物滤膜等。化学消毒则被认为是有效抑制 DUWLs 生物膜附着的必要方式，可明显改善 DUWLs 的输出水质。现阶段常用的化学消毒剂包括含氯消毒液、过氧化物、洗必泰、电解水及聚维酮碘等，但均存在不同程度的 DUWLs 管道腐蚀作用，部分消毒剂还可能产生不良副产物[13]。含氯消毒液是目前临床最为常用的消毒液，其灭菌作用主要依赖于活性成分次氯酸对病原体的氧化磷酸化干扰，然而次氯酸的保存对温度、pH 非常敏感，往往需要现配现用，不仅对 DUWLs 管路具有极强的腐蚀性，且高浓度次氯酸与细菌生物膜作用后还可产生致癌副产物，极大的限制了其临床应用[14]。

臭氧是一种具有广谱消毒杀菌功能的强氧化剂，臭氧分子本身即具有强的氧化能力，溶于水后能转化形成活性更高的活性氧（ROS）进行间接氧化作用，相同浓度下臭氧的杀菌能力为氯化物的 1.5 倍[15]。臭氧的直接和间接氧化可通过破坏微生物膜结构，达到灭活细菌、真菌、病毒、原生动物等各种病原体的目的，现已被证明可广泛用于空气灭菌、饮用水消毒、食品消毒等领域[16]。在口腔专业的临床应用中，臭氧水是龈沟、牙周袋和清除牙根管感染碎片的最佳冲洗溶液之一[17]。传统的臭氧水制备需经高压点解，对运行环境有一定要求，不仅需要较大的耗能，还会产生氮氧化合物等二次污染物，因此往往难以适应临床需求。BDD 作为一种极具潜力的臭氧合成电极材料，具有极高的电化学稳定性和较高的析氧势，可通过电极反应产生强化性的羟基自由基，能有效降解有机污染物，具备耐腐蚀、无污染、背景电流几乎为零、能耗低、便携等诸多性能优势[18-19]。BDD 消毒仪主要采用水解式臭氧发生方法，以水为原料，采用的是低压直流电解的方式，使水在特制的电极阳极失去电子，从而生产出浓度高达 25%的臭氧。本研究将国内自主研发的 BDD 臭氧水应用到 DUWLs 的日常消毒管理，选用的牙椅均为集中式供水，且总水路输入水均为水样菌落总数不超过 10 CFU/ml 的市政供水，拟通过监测消毒前后水样菌落数改变，观察 BDD 臭氧水对 DUWLs 消毒的有效性。

本研究结果显示，采用 BDD 臭氧水间断消毒后，试验组牙科高速手机水、三用枪水、水杯注水器诊疗用水细菌总数均明显降低（均 $P < 0.05$），且低于同期对照组水平（$P < 0.05$）。消毒后试验组不同时点水样细菌总数均符合口腔诊疗用水标准，合格率为 100%，且消毒后 12 周时，试验组各水样细菌总数均为 0 CFU/ml，这提示采用 BDD 臭氧水间断式消毒可有效抑制 DUWLs 细菌总数，其杀菌效果显著。为进一步观察 BDD 臭氧水的茶菌效果持久性，笔者进一步比较了不同水样的杀菌率，结果显示，牙科高速手机平均杀菌率为 98.66%，三用枪平均杀菌率为 97.12%，水杯注水器平均杀菌率为 92.10%，且随着 BDD 臭氧水使用时间的增加，不同水样的杀菌率均明显增加，在一定程度上验证了 BDD 臭氧水杀菌效果的可靠性。但本研究中消毒后 8 周的牙科高速手机水样菌落数略大于消毒后 2 周水样，可能与臭氧性质不稳定，出现部分分解有关，远期消毒效果有待进一步扩大样本量进行观察。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] 苏静.口腔综合治疗台水路管理的现状与思考[J].中国实用口腔科杂志,2018,11(12):713-717.

[2] BLAKE G C. The Incidence and Control of Bacterial Infection in Dental Spray Reservoirs[J]. Br Dent J,2022,233(5):397-400.

[3] TESAURO M, PETRELLI F, LIZIOLI A, et al. Presence of Legionella spp. in human dental plaque[J]. Ann Ig,2018,30(5):387-390.

[4] 上海市市场监督管理局. 口腔综合治疗台水路卫生管理要求:DB31/T 1363-2022[S].北京:中国标准出版社,2022:3.

[5] 国家市场监督管理局,中国国家标准化管理委员会.生活饮用水卫生标准:GB 5749-2022[S].北京:中国标准出版社,2022:4-5.

[6] 高庆玲,刘英奇,张晶,等.不同管道冲洗方案对口腔综合治疗台水路污染影响的研究[J].中国医学装备,2022,19(7):168-173.

[7] LIZZADRO J, MAZZOTTA M, GIROLAMINI L, et al. Comparison between Two Types of Dental Unit Waterlines: How Evaluation of Microbiological Contamination Can Support Risk Containment[J]. Int J Environ Res Public Health,2019,16(3):328.

[8] 班海群,张宇,张流波.全国 30 所医院口腔科用水污染状况分析[J].中华医院感染学杂志,2011,21(6):1094-1097.

[9] 王绍鑫,王磊,秦晓东.美国医疗机构口腔综合治疗台水路消毒管理技术规范研究进展[J].实用预防医学,2019,26(10):1278-1281.

[10] 孙荣,王娟,梅予锋.臭氧水溶液对口腔综合治疗台管道的消毒效果[J].口腔医学,2020,40(6):521-525.

[11] JI X Y, FEI C N, 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.

[12] ERICA L, LAURA D, FRANCESCA S, et al. Impact of a Risk Management Plan on Legionella Contamination of Dental Unit

Water[J]. Int J Environ Res Public Health, 2015, 12(3):2344-2358.
[13] 闫静欣,李华,牛玉婷,等.过氧化氢及过氧化氢银离子消毒剂用于控制口腔综合治疗台水路污染的研究[J].中华现代护理杂志,2021,27(27):3686-3692.
[14] 施智微,许月丹,金鑫阳,等.口腔综合治疗台水路污染控制方法研究进展[J].中国实用口腔科杂志,2022,15(4):480-484.
[15] DE SOUZA H M, SAVI G D, GOMES T, et al. Ozone Application in COVID-19 Triage Areas and Its Efficiency of Microbial Decontamination[J]. Ozone: Sci Eng, 2021,43(4):306-316.
[16] MORRISON C, ATKINSON A, ZAMYADI A,et al.Critical Review and Research Needs of Ozone Applications Related to Virus Inactivation: Potential Implications for SARS-CoV-2[J].Ozone: Sci Eng, 2021,43(1):2-20.
[17] SEN S, SEN S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review[J]. Med Gas Res, 2020,10(4):189-192.
[18] 郑彧,张怡,童亚琦,等.掺硼金刚石膜研究进展及应用[J].人工晶体学报,2021,50(6):1138-1148.
[19] 李海云,衣颖,范云双,等.硼掺杂金刚石电极电解水制备臭氧技术研究[J].应用化工,2021,50(5):1254-1258.

收稿日期:2023-10-10
(本文编辑:陈志翔)

关节镜手术联合富血小板血浆植入术治疗跟腱末端附着点炎相关关节炎的效果观察

谢黄琼,俞嘉铠,申成春

【关键词】 幼年特发性关节炎;末端相关性关节炎;关节镜手术
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.02.025
【中图分类号】 R684.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2024)02-0230-03

幼年特发性关节炎(juvenile idiopathic arthritis,JIA)是儿童青少年期最常见的慢性风湿性疾病,病因不明,主要表现为周围性关节炎[1-2]。根据国际风湿病学会联盟(ILAR)分类标准,JIA 分为七种亚型,附着点炎相关关节炎(enthesitis related arthritis,ERA)是其中一种[1]。附着点病是指肌腱附着于骨骼部位的炎症,跟腱是最常见的受累部位,股四头肌腱的髌骨止点、足底筋膜的跟骨和跖骨止点也可能受到影响,受累部位的特点是疼痛和敏感性。非甾体类抗炎药(NSAID)联合抗风湿性疾病药物(DMARD)治疗ERA,被大量临床研究证明为安全有效。本研究拟探讨关节镜手术联合富血小板血浆(PRP)植入术治疗跟腱末端 ERA 的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 6 月至 2020 年 6 月宁波市第六医院收治的跟腱末端 ERA 患者 14 例,均为风湿科确诊后转诊至足踝外科行关节镜探查清理手术患者。纳入标准:(1)患者住院前至少 6 个月在本院或其他三级甲等医院确诊为ERA;(2)在风湿科接受生物制剂治疗效果差,且时间≥6 个月;(3)无其他特殊疾病史;(4)本次治疗出院后,按医嘱随诊≥12 个月。排除标准:(1)正规非手术治疗时间≤6 个月者;(2)病史不完整及检查数据不全者;(3)既往史疑似 ERA 或待诊断患者。本研究获得宁波市第六医院医学伦理委员会批准,所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

14 例患者均为男性,年龄 14 ~ 19 岁,平均(16.4±1.5)岁;一级亲属中有家族史者 2 例(14.29%),包括强直性脊柱炎 1 例,瑞特综合征 1 例;11 例(78.57%)单侧发病或单侧非手术治疗无效,3 例(21.43%)双侧非手术治疗无效。实验室检查:超敏 C 反应蛋白升高 2 例(14.29%),血沉升高 6 例(42.86%),HLA-B27 阳性 13 例(92.86%)。影像学检查结果见图 1,X 线检查提示跟骨结节后上缘跟骨后滑囊处骨质寝室表现 6 例(42.86%)。跟骨 CT 异常 11 例(78.57%),其中跟骨后滑囊处毛糙、模糊者 7 例(50.00%),骨质破坏者 4 例(28.57%)。跟腱 MRI 检查提示跟骨后滑囊积液 14 例(100.00%),临近骨

基金项目: 宁波市医学科技计划项目(2020Y51)
作者单位: 315040 宁波,宁波市第六医院
通信作者: 申成春,Email:scc1207@sina.com