

DOI:10.3969/j.issn.1671-9638.2017.08.021

· 综述 ·

口腔诊室细菌性气溶胶研究进展

Advances in bacterial aerosol in dental clinic

刘颖君(LIU Ying-jun) 综述, 安娜(AN Na) 审校

(北京大学口腔医院, 北京 100081)

(Peking University Hospital of Stomatology, Beijing 100081, China)

[关键词] 口腔诊室; 气溶胶; 细菌性气溶胶; 气溶胶分布; 气溶胶干预措施

[中国分类号] R473.78 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9638(2017)08-0773-06

气溶胶是固态或液态微粒悬浮在气体介质中的分散体系,其粒子直径在 $0.001 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间^[1]。1968 年 Micik 等^[2]最先研究了口腔诊室中的气溶胶,并将此研究领域命名为牙科气溶胶学,主要的研究内容为口腔诊室中的细菌性气溶胶颗粒,以及这些气溶胶颗粒与患者及医务人员健康之间的关系。随着口腔设备学、材料学的进展,尤其是高速旋转设备和超声设备的出现,口腔医生的工作效率大大提高。但设备的使用也导致口腔治疗操作过程中产生大量细菌性气溶胶,气溶胶中可能含有菌斑、牙石碎片、牙科材料、血液、唾液、未消毒的牙科用水等^[3-4]。口腔诊室空气污染威胁着医护工作者及患者的身体健康,因此多个国家及地区的口腔医疗机构感染控制指南中均涉及了诊疗环境的指标,其中包括空气净化与消毒相关指标^[5]。本文对口腔诊室细菌性气溶胶研究进展作一综述。

1 气溶胶在疾病传播中的作用

足够大的气溶胶颗粒,可以在短时间内沉降到地面或物体表面上,经过表面接触,致病微生物可经由或不经由医生,在不同患者之间传播疾病,成为医患之间间接感染的途径^[3]。而小的液滴可以在空气中长时间运动,此过程中由于蒸发,液滴逐渐收缩形成飞沫核^[6],飞沫核粒径很小,可以在空中悬浮并扩散^[7],相关的理论计算显示,直径 $1 \mu\text{m}$ 的粒子运动

特性主要是气流跟随性,其自身重力及惯性作用都不明显,在发生后 10^{-5} s 内就可以达到环境风速,并跟随气流运动^[8]。气溶胶的运动特性导致其扩散范围较远,可漂浮空中数小时,直至沉降到物体表面或进入呼吸道。

飞沫核的主要成分为生物颗粒^[6],其中耐干燥的病原体(如葡萄球菌属、链球菌属、真菌孢子)能存活很长时间,通过空气传播很远后依然存活^[9]。含有大量微生物核的气溶胶成为潜在传染源,可以直接进入医护人员或不同患者的呼吸道传播疾病。研究^[10]报道,口腔医务人员暴露于空气菌落高峰期 15 min,将吸入 $0.014 \mu\text{L}$ 的气溶胶,严重者可在同样时间内吸入 $0.12 \mu\text{L}$ 气溶胶。携带微生物的气溶胶根据其粒子直径大小可进入呼吸道的不同部位^[11],直径 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 者空气带菌粒子可直接侵入肺泡, $6 \sim 10 \mu\text{m}$ 者易沉着在小支气管, $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 者会沉积在支气管^[3]。2012 年 Dutil 等^[12]利用 APS 空气动力学粒径谱仪对口腔操作中产生的气溶胶直径进行测定,结果介于 $0.65 \sim 0.84 \mu\text{m}$ 之间,中位数为 $0.73 \mu\text{m}$,属于小直径的空气带菌粒子。

目前,已知可能借由气溶胶传播的致病微生物包括结核分枝杆菌^[13]、乙型肝炎病毒(HBV)、丙型肝炎病毒(HBV)、人类免疫缺陷病毒(HIV)^[3]、葡萄球菌属^[14]、麻疹病毒、水痘-带状疱疹病毒、天花病毒、百日咳杆菌、流感病毒、鼻病毒、肺炎支原体、SARS 冠状病毒、脑膜炎奈瑟菌^[15]、军团菌属等。

[收稿日期] 2016-10-04

[基金项目] 国家自然科学基金-青年科学基金项目(8150030549)

[作者简介] 刘颖君(1992-),女(汉族),北京市人,博士研究生,主要从事口腔职业环境研究。

[通信作者] 安娜 E-mail:anna@pkuss.bjmu.edu.cn

研究^[14]表明,微生物空气污染可使一些过敏性疾病发生率增加。

2 细菌性气溶胶的检测

2.1 基于物理理论的研究方法 当前对气溶胶的研究主要有理论分析法、数值模拟法和实验研究法。前两种方法侧重于利用物理、数学原理对气溶胶颗粒运动进行模拟。理论分析法主要是通过对生物颗粒物的空气动力学特性和生物颗粒物本身所受各种力场进行分析,建立数学模型来描述生物颗粒物在室内的运动传播规律,得到运动规律的解析解。数

值模拟方法是基于计算流体力学(computational fluid dynamics,CFD,主要通过计算机和数值方法来求解流体力学的控制方程,对流体力学问题进行模拟和分析)技术计算室内生物颗粒物的分布情况或运动轨迹,从而了解生物颗粒物的分布规律或在室内的运动情况^[16]。

上述研究方法可以获得较为详细完整的颗粒物分布和运动信息,但是其结果仅为数值模拟结果。目前,在口腔诊室细菌性气溶胶的研究中基于物理理论的研究方法应用较少,2010 年 Chen 等^[17]首次报道了利用 CFD 对五种不同状况下口腔诊室内细菌性气溶胶分布进行模拟。见图 1。

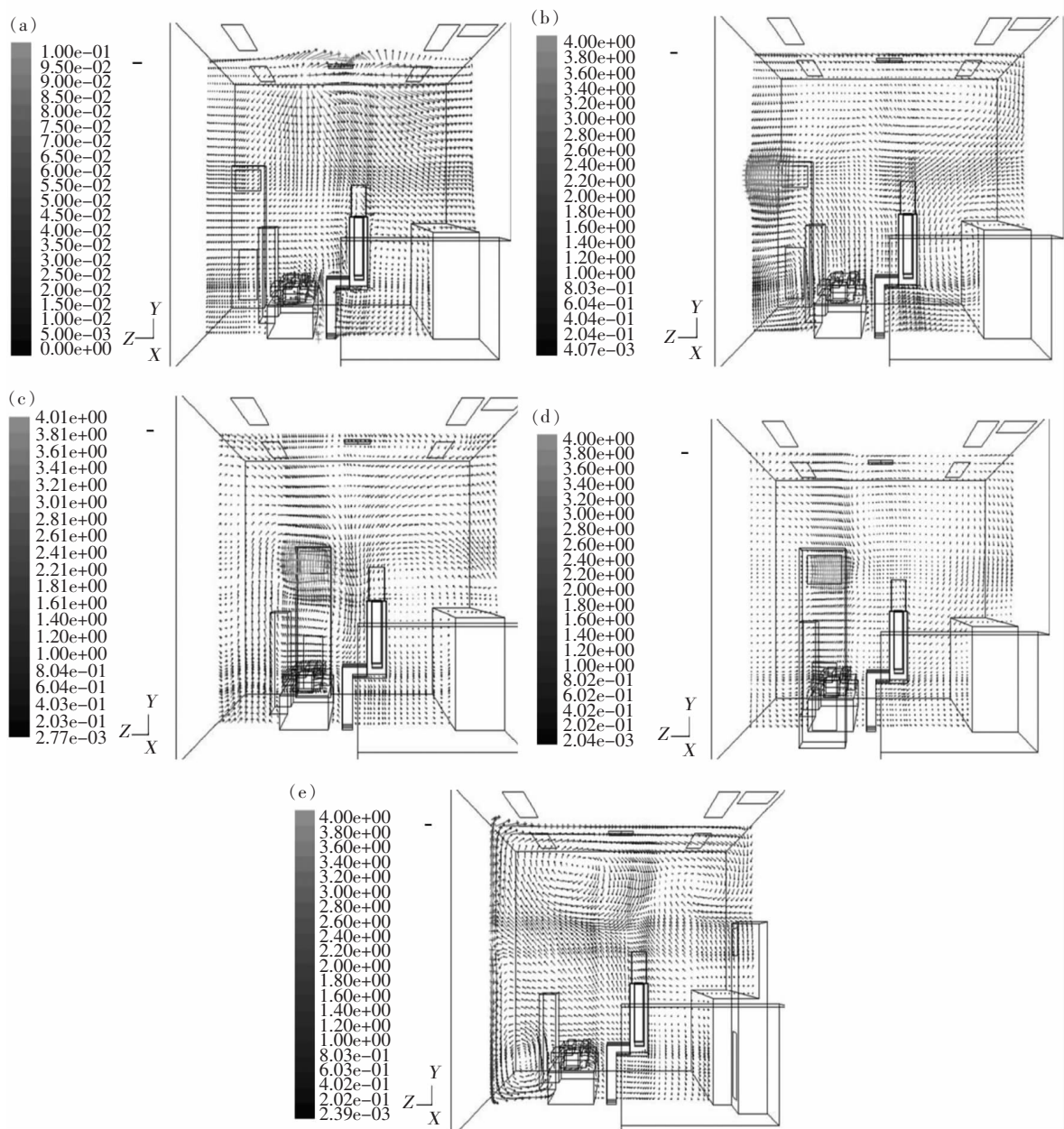


图1 CFD对五种不同状况下口腔诊室内细菌性气溶胶速度分布的模拟结果^[17]

2.2 实验研究法 实验研究法是通过实验仪器对生物颗粒物的空间分布、时间分布等进行测量,以了解室内生物颗粒物的分布情况,得出室内生物颗粒物暴露传播的规律和经验公式,此方法是大部分口腔诊室进行气溶胶研究所采取的方法。目前,在口腔诊室气溶胶研究领域采用比较多的是自然沉降法和撞击式采样器法。自然沉降法即在不同位置打开培养皿,放置一定时间后将培养皿进行培养,计算菌落形成单位(CFU, colony forming units, 指培养所得的细菌群落总数),以显示不同位置细菌性气溶胶的分布情况,此计算基于奥梅梁斯基公式 $N_g = 10 \times N_l$, 其中 N_l 为空气中细菌菌落密度, N_g 为在 100 cm^2 培养基上沉降 5 min 后的菌落数。我国卫生部 2012 年颁布的《医院消毒卫生标准》中将公式校正为菌落总数 $N_{\text{空气}} = 50\,000 N \times A^{-1} \times T^{-1}$, 其中 A 为平板面积(cm^2), T 为平板暴露时间(min), N 为平均菌落数^[18]。此方法经济简单,但易受风力、电力、阻力、浮力等多种外界因素影响,稳定性差。撞击式采样器中最常用的是安德森取样器,其不仅能测定空气中活性粒子的数量,且能测定其粒径分布^[1],其中 Andersen 六级生物粒子采样器被国际上作为标准生物采样器。

近十年来,随着各项新技术和分子生物学的应用细菌性气溶胶的分离鉴定技术飞速发展。2012 年 Kimmerle 等^[19]结合革兰染色、细菌特异性生化实验、气相色谱分析、16sRNA 鉴定等多种方法,对口腔诊室和非口腔操作的公共区域采样的细菌性气溶胶进行分离鉴定。但截至目前,研究中能够捕获并培养的细菌仅为空气中的一小部分。需指出的是,目前口腔诊室气溶胶领域不同研究者间的定量研究结果难以比较,原因在于各研究者使用的取样方法、取样位置、诊室布局不同。甚至有学者^[4]指出,不同的地理位置对研究结果也有影响。

3 口腔诊室内气溶胶分布

3.1 口腔诊室气溶胶中的细菌种类 2006 年 Ra-utemaa 等^[20]采用自然沉降法取样口腔诊室内气溶胶,培养后鉴定得出口腔诊室内气溶胶中的细菌以革兰阳性菌(链球菌属、葡萄球菌属)最多见。2010 年 Prasanth 等^[21]报道口腔诊室气溶胶中优势菌为假单胞菌属、变形杆菌属、革兰阳性球菌和杆菌、需氧芽孢杆菌。2011 年顾红政等^[22]利用 API 鉴定系统、VITEK-2 全自动微生物分析仪鉴定系统对口腔

诊室内气溶胶进行分析,结果显示主要的病原菌为微球菌属(42.46%)、表皮葡萄球菌(35.38%)、金黄色葡萄球菌(14.15%)、革兰阳性棒状杆菌(2.28%)。关于 API 及其类似鉴定系统对口腔诊室气溶胶细菌种类,有学者提出了质疑,认为其在鉴定非致病性细菌方面存在不足^[19]。2012 年 Kimmerle 等^[19]综合利用形态学分析、细菌生化反应、气相色谱技术,对多椅位诊室、单椅位诊室、非口腔操作公共场所(银行)气溶胶进行了细菌检测,结果显示,口腔诊室内气溶胶含量最高的是藤黄微球菌(52.22%),其次是表皮葡萄球菌和溶血葡萄球菌(31.67%),除此之外还有里拉微球菌和铜绿假单胞菌等。治疗结束后在诊椅附近的表面可检测出链球菌属和葡萄球菌属细菌^[21];而在 2015 年的一项研究^[23]中,用无菌棉拭子对口腔诊室各表面取样,通过形态学、革兰染色、标准化生化反应鉴别,鉴定结果中最多见的为革兰阴性细菌(23%,包括肺炎克雷伯菌,铜绿假单胞菌,大肠埃希菌,柠檬酸杆菌属),其次为金黄色葡萄球菌(6%)、凝固酶阴性葡萄球菌(5%),需氧芽孢杆菌(6%)。

3.2 口腔诊室气溶胶的空间分布 研究^[24]证实,在无冷却水状态下洁治牙石时,也有气溶胶与飞沫产生,气溶胶和飞沫在以患者为中心两英尺(0.609 m)范围内浓度最高。在封闭诊室中,气溶胶的污染范围几乎可以波及整个诊室,包括无操作区域^[15,20,25]。2012 年有研究者在超声洁治过程中于患者正前方、头部左右侧不同距离处放置琼脂平板,实验结果显示,相同距离内的三个不同方位取样位点气溶胶细菌含量差异无统计学意义;随着距离的增加,污染程度逐渐减轻^[26]。2013 年张玉勤等^[27]检测 332 份标本得出了相似的结果,拟合曲线为污染倍数 $Y = -3.7935 \times \ln(X) + 6.2264$ (X 为距离)。2015 年 Umar 等^[23]对口腔诊室内的各表面进行取样,细菌培养结果阳性率最高的位置为灯把手、医生所用的笔、抽吸管顶端,其次为口腔设备及器材。国内也有学者对诊室内物体表面进行取样,120 份标本细菌总数全部超标,其中在距治疗点 $< 0.5 \text{ m}$ 的标本中,6 份 HBsAg 阳性,7 份检出致病菌^[27],在距治疗点 0.5、1.5、2.0、5.0 m 处平均细菌总数依次为 2 248、1 317、763 和 153 CFU/ cm^2 ^[28]。

3.3 口腔诊室气溶胶的时间分布 目前普遍认为,操作过程中细菌性气溶胶含量最高^[11-12,29],操作结束后 1~2 h,细菌性气溶胶水平有所降低。见图 2。研究显示,多台牙椅诊室开始治疗后 2 h,空气中细

菌量是开诊前的 5 倍^[30]；在治疗结束后 1 h 空气中菌落数比治疗结束时下降 45%，是开诊前的 2.3 倍，但单台牙椅牙周诊室、黏膜诊室治疗结束后 1 h 空气菌落数降至开诊前水平^[31]。2012 年一项多中心实验^[32]采取主动取样和被动取样的方法对 10 个不同诊室进行取样，主动取样结果以 CFU/m³ 显示，被动取样结果以微生物空气污染指数(index of

microbial air contamination, IMA, 指在距离墙壁或任何主要障碍物 1 m, 距地面 1 m 的位置放置 9 cm Petri 培养皿 1 h 后培养所得 CFU) 显示，以评价操作过程中不同时间点气溶胶细菌含量，结果显示，操作过程中气溶胶细菌含量 (166 CFU/m³, IMA 27.5) 大于操作前 (78 CFU/m³, IMA 12)，操作结束后即刻明显下降 (110 CFU/m³, IMA 14)。

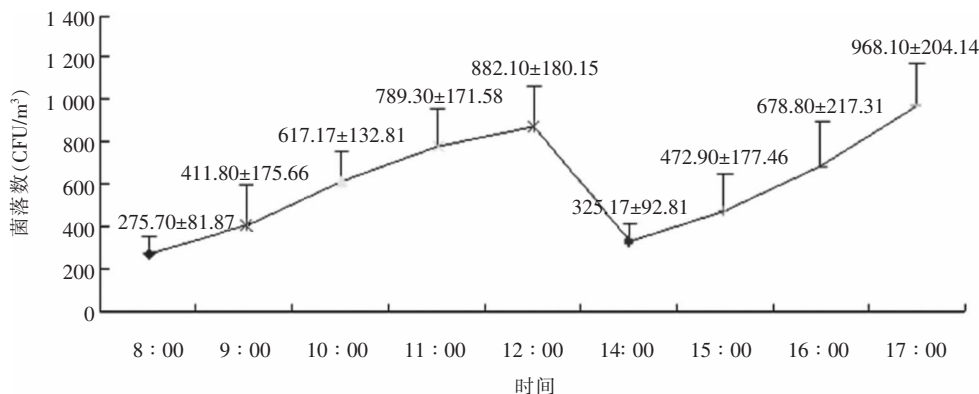


图 2 单一椅位口腔诊室空气动态监测结果^[11]

3.4 不同操作过程中细菌性气溶胶分布 2005 年 Rautemaa 等^[20]报道,使用高速旋转器械的诊室气溶胶细菌培养菌落数平均为 823 CFU/(m² · h),而未使用旋转和超声器械的操作组结果为 598 CFU/(m² · h),无操作组为 35 CFU/(m² · h)。2010 年 Hallier 等^[4]研究显示,牙体预备时气溶胶细菌培养结果为无操作时的 4.4 倍(操作前 23.9 CFU/m³, 操作后 105.1 CFU/m³),使用超声设备时为无操作时的 1.7 倍(操作前 41.9 CFU/m³, 操作后 70.9 CFU/m³)。2011 年顾红政等^[22]利用自然沉降法对使用高速手机的实验组与非使用高速手机的对照组操作过程气溶胶中细菌含量进行测定,实验组和对照组在距离患者口周 0.5 m 处数据差异无统计学意义,但在距离患者口腔 1.5 m 处,实验组为 (9 069.23 ± 5 962.81) CFU/m³, 高于对照组 (4 073.53 ± 1 385.68) CFU/m³。另外,该研究者还同时对医生口罩及临近物体表面进行采样,实验组医生口罩与电脑显示屏细菌菌落数分别为 (891.17 ± 116.75)、(6 065.5 ± 1 942.22) CFU/m², 高于对照组的 (121.67 ± 64.62)、(50 ± 5.77) CFU/m²。不同研究者得出的结论相似,使用高速设备和超声设备操作时诊室气溶胶中细菌含量增高较其他操作高,但各实验者间获得的实验结果数据差距较大,国

内研究者的数据高于国外研究者,可能的原因是不同研究的研究条件不同,如诊室的面积、温度、湿度、诊室布置、采样方法、采样的时间等不统一。

4 口腔诊室气溶胶干预措施

4.1 操作前使用有消毒杀菌能力的含漱液含漱 研究^[33-37]显示,术前使用氯己定等具有消毒杀菌能力的含漱液含漱可有效降低气溶胶中细菌含量,其中效果最佳的为氯己定。de Albuquerque 等^[34]报道,氯己定含漱 30 s 可使患者口内的金黄色葡萄球菌、变形链球菌和远缘链球菌含量下降 90% 以上。2013 年 Serban 等^[35]对操作中医生面罩细菌含量进行检测,结果干预组(患者使用 0.1% 氯己定进行含漱)医务人员面罩细菌含量低于对照组(患者使用蒸馏水含漱)。2013 年 Shetty 等^[36]研究显示,氯己定和精油漱口水两种市售漱口水均可降低口腔操作过程中交叉感染的风险,且前者效果优于后者;2014 年 Gupta 等^[37]的双盲随机对照实验结果显示,0.12% 氯己定的使用效果优于草药漱口水和纯净水。

4.2 操作过程中采用强吸设备 多项研究^[33,38]支持操作过程中使用强吸设备可降低口腔诊室气溶胶中细菌的含量。Prasanth 等^[21]在距患者口腔六英

尺的位置放置血平板采样,发现未使用控制措施时培养皿上培养出大量细菌,优势菌为假单胞菌属、变形杆菌属、革兰阳性球菌和杆菌、需氧芽孢杆菌和真菌,使用强吸设备后菌落数明显减少,优势菌为需氧芽孢杆菌和球菌。Yamada 等^[39]的研究肯定了强吸在减少含血气溶胶中的作用,但 2014 年 Desarda 等^[40]的研究结果显示,在上前牙洁治过程中,强吸设备对距离患者口腔 3.657 m 和 6.096 m 尺位置的气溶胶含量并无明显降低。各项研究中抽吸设备的功率、型号均不同,并不是每项研究对抽吸设备摆放位置均做了明确界定,因此,尚缺乏广泛认可的定量研究。

4.3 使用空气净化系统对诊室空气进行净化 在有牙科操作的情况下,换风系统可显著降低备洞、超声洁治、拔牙操作时细菌性气溶胶水平,但对问病史和检查中细菌性气溶胶水平无显著效果^[4]。2009 年 Hubar 等^[41]利用离子风净化器对口腔诊室进行空气净化,在无操作的诊室内运行离子风净化器 6 h,可消除绝大部分细菌,但仍可检测出金黄色葡萄球菌。2010 年 Chen 等^[17]利用计算流体力学,模拟了空气净化器放置在诊室内不同位置时细菌性气溶胶的运动轨迹,发现空气净化器的净化效果并不与净化器和患者口腔距离成反比。

5 总结

目前,口腔诊室内的细菌性气溶胶相关研究较多采取的是实验研究法,对诊室内气溶胶进行取样后鉴定,对诊室内细菌性气溶胶的细菌种类、空间和时间分布等进行了一定研究,不同研究者所得出的结论相似,但实验数据差距较大,目前尚无广泛认可的定量研究数据,可能的原因是不同研究的研究条件不统一。数值模拟法在气溶胶研究领域已经发展多年,但在口腔诊室气溶胶相关研究中应用较少,已经有研究者将目光转移到此领域。

部分国家及地区就口腔诊室内环境卫生也提出了指导意见,我国在 2012 年出版的《医院消毒卫生标准》中对口腔诊室空气平均菌落数的要求是 ≤ 4 CFU/皿(5 min),规定的采样时间为消毒或规定的通风换气后与从事医疗活动前。该标准未对口腔诊室治疗过程中的空气质量提出要求,根据目前的研究结果,口腔操作过程中的气溶胶含量较无操作时明显上升,口腔治疗过程中的动态气溶胶检测指标值得关注。

[参 考 文 献]

- [1] 于玺华. 现代空气微生物学[M]. 北京:人民军医出版社, 2002:12-100.
- [2] Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, et al. Studies on dental aerobiology. I. Bacterial aerosols generated during dental procedures[J]. J Dent Res, 1969, 48(1): 49-56.
- [3] Cristina ML, Spagnolo AM, Sartini M, et al. Evaluation of the risk of infection through exposure to aerosols and spatters in dentistry[J]. Am J Infect Control, 2008, 36(4): 304-307.
- [4] Hallier C, Williams DW, Potts AJ, et al. A pilot study of bio-aerosol reduction using an air cleaning system during dental procedures[J]. Br Dent J, 2010, 209(8): E14.
- [5] 苏静,潘岳松,孙正. 口腔专业的医院感染控制评价指标体系建设初探[J]. 中国感染控制杂志,2016,15(3):168-171.
- [6] Szymńska J. Exposure to bacterial endotoxin during conservative dental treatment[J]. Ann Agric Environ Med, 2005, 12(1): 137-139.
- [7] 周晓瑜,施玮,宋伟民. 室内生物源性污染物对健康影响的研究进展[J]. 卫生研究,2005,34(3):367.
- [8] 刘树森. 口腔散发微生物气溶胶在室内传播和运动规律的研究[D]. 天津:天津大学,2007.
- [9] Kohn WG, Collins AS, Cleveland JL, et al. Guidelines for infection control in dental health-care settings - 2003[J]. MM-WR Recomm Rep, 2003, 52(RR-17): 1-61.
- [10] Bennett AM, Fulford MR, Walker JT, et al. Microbial aerosols in general dental practice[J]. Br Dent J, 2000, 189(12): 664-667.
- [11] 刘玉春,魏跃,朱继辉,等. 口腔诊室空气质量动态研究[J]. 中国感染控制杂志, 2012, 11(1):50-51.
- [12] Dutil S, Meriaux A, de Latremouille MC, et al. Measurement of airborne bacteria and endotoxin generated during dental cleaning[J]. J Occup Environ Hyg, 2009, 6(2): 121-130.
- [13] Riley RL, Wells WF, Mills CC, et al. Air hygiene in tuberculosis: quantitative studies of infectivity and control in a pilot ward[J]. Am Rev Tuberc, 1957, 75(3): 420-431.
- [14] 李晓霞,邱玉玉,于爱莲,等. 医院内耐甲氧西林金黄色葡萄球菌气溶胶的浓度及其粒径分布[J]. 现代预防医学,2014,41(22):4103-4106.
- [15] Siegel JD, Rhinehart, Jackson M, et al. 2007 Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings 2007[J]. Am J Infect Control, 2007, 35(10 Suppl 2): S65-S164.
- [16] 赵歆治. 室内生物颗粒物运动和传播的实验研究[D]. 天津:天津大学,2007.
- [17] Chen C, Zhao B, Cui W, et al. The effectiveness of an air cleaner in controlling droplet/aerosol particle dispersion emitted from a patient's mouth in the indoor environment of dental clinics[J]. J R Soc Interface, 2010, 7(48): 1105-1118.

- [18] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 医院消毒卫生标准 GB 15982-2012[S]. 北京:中国质检出版社中国标准出版社,2012.
- [19] Kimmerle H, Wiedmann-Al-Ahmad M, Pelz K, et al. Air-borne microbes in different dental environments in comparison to a public area[J]. Arch Oral Biol, 2012, 57(6): 689-696.
- [20] Rautema R, Nordberg A, Wuolijoki-Saaristo K, et al. Bacterial aerosols in dental practice - a potential hospital infection problem? [J]. J Hosp Infect, 2006, 64(1): 76-81.
- [21] Prasanth T, Mandik VB, Kumar S, et al. Evaluation of aerosol and water contamination and control of cross infection in dental clinics[J]. Med J Armed Forces India, 2010, 66(1): 37-40.
- [22] 顾红政,曹卫平. 牙科手机高速旋转形成的气溶胶与医院感染关系研究[J]. 口腔生物医学,2011,2(3):145-147.
- [23] Umar D, Basheer B, Husain A, et al. Evaluation of bacterial contamination in a clinical environment[J]. J Int Oral Health, 2015, 7(1): 53-55.
- [24] Harrel SK, Molinari J. Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications [J]. J Am Dent Assoc, 2004, 135(4): 429-437.
- [25] Seppänen L, Lemberg KK, Lauhio A, et al. Is dental treatment of an infected tooth a risk factor for locally invasive spread of infection? [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2011, 69(4): 986-993.
- [26] 舒香云,林东晓,李莉莉,等. 超声洁牙时气溶胶与飞沫的检测分析[J]. 国际口腔医学杂志,2012,39(4):449-452.
- [27] 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.
- [28] 张玉勤,刘吉起,袁中良,等. 口腔科治疗室污染状况调查[J]. 中华医院感染学杂志,2011,21(24):5229-5230.
- [29] Luksamijarulkul P, Panya N, Sujirarat D, et al. Microbial air quality and standard precaution practice in a hospital dental clinic[J]. J Med Assoc Thai, 2009, 92(Suppl 7): 148-155.
- [30] Al Maghlouth A, Al Yousef Y, Al Bagieh N. Qualitative and quantitative analysis of bacterial aerosols[J]. J Contemp Dent Pract, 2004, 5(4): 91-100.
- [31] 刘东玲. 口腔诊室气溶胶、飞沫的危险性评估及控制措施[D]. 吉林:吉林大学,2006.
- [32] Pasquarella C, Veronesi L, Napoli C, et al. Microbial environmental contamination in Italian dental clinics: A multicenter study yielding recommendations for standardized sampling methods and threshold values[J]. Sci Total Environ, 2012, 420: 289-299.
- [33] Devker NR, Mohitey J, Vibhute A, et al. A study to evaluate and compare the efficacy of preprocedural mouthrinsing and high volume evacuator attachment alone and in combination in reducing the amount of viable aerosols produced during ultrasonic scaling procedure[J]. J Contemp Dent Pract, 2012, 13(5): 681-689.
- [34] de Albuquerque RF Jr, Head TW, Mian H, et al. Reduction of salivary *S. aureus* and mutans group *streptococci* by a preprocedural chlorhexidine rinse and maximal inhibitory dilutions of chlorhexidine and cetylpyridinium[J]. Quintessence Int, 2004, 35(8): 635-640.
- [35] Serban D, Banu A, Serban C, et al. Predictors of quantitative microbiological analysis of spatter and aerosolization during scaling[J]. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi, 2013, 117(2): 503-508.
- [36] Shetty SK, Sharsth K, Shenoy S, et al. Compare the efficacy of two commercially available mouthrinses in reducing viable bacterial count in dental aerosol produced during ultrasonic scaling when used as a preprocedural rinse[J]. J Contemp Dent Pract, 2013, 14(5): 848-851.
- [37] Gupta G, Mitra D, Ashok KP, et al. Efficacy of preprocedural mouth rinsing in reducing aerosol contamination produced by ultrasonic scaler: a pilot study[J]. J Periodontol, 2014, 85(4): 562-528.
- [38] Sawhney A, Venugopal S, Babu GR, et al. Aerosols how dangerous they are in clinical practice[J]. J Clin Diagn Res, 2015, 9(4): ZC52-ZC57.
- [39] Yamada H, Ishihama K, Yasuda K, et al. Aerial dispersal of blood-contaminated aerosols during dental procedures [J]. Quintessence Int, 2011, 42(5): 399-405.
- [40] Desarda H, Gurav A, Dharmadhikari C, et al. Efficacy of high-volume evacuator in aerosol reduction: truth or myth? a clinical and microbiological study[J]. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects, 2014, 8(3): 176-179.
- [41] Hubar JS, Pelon W, Strother EA, et al. Reducing *Staphylococcus aureus* bacterial counts in a dental clinic using an Ionic Breeze air purifier: a preliminary study[J]. Gen Dent, 2009, 57(3): 226-229.

(本文编辑:文细毛)