

# 口腔诊室不同通风状态下气溶胶类污染物喷溅情况研究

马辉彬<sup>1</sup> 黎创<sup>2</sup> 池玉珊<sup>1</sup> 许青峰<sup>1</sup> 林华敏<sup>1</sup> 辛蔚妮<sup>1</sup>

<sup>1</sup>汕头大学医学院口腔门诊部·口腔医学系,汕头 515000; <sup>2</sup>汕头大学公共卫生学院,汕头 515000

通信作者:辛蔚妮,Email:wnxin@stu.edu.cn

**【摘要】目的** 研究在独立空间内进行口腔诊疗操作时,不同通风状态下气溶胶类污染物的喷溅情况,为降低医患感染风险提供依据。**方法** 选取独立口腔诊室,在3种不同通风状态(自然开窗通风、新风系统和新风系统及空气消毒机)下开展3种不同口腔诊疗操作(龈上洁治、根管预备和牙体预备),定义为9种工况。测定不同位点在不同时点的菌落总数,定量分析不同通风状态的气溶胶类污染物在时间和空间上的轨迹分布。采用Spearman秩相关分析、广义线性混合模型、方差分析和Wilcoxon秩和检验,以及秩次转换后进行多重比较以分析菌落总数的差异和平衡状态。**结果** 方差分析结果表明,各位点的菌落总数差异无统计学意义( $F=1.45, P=0.182$ ),即各位点的菌落总数分布在各位点较为均匀。相对于自然开窗通风,开启新风系统进行龈上洁治和牙体预备,菌落总数( $N_{\text{工况1}}=25.8 \text{ CFU/cm}^2; N_{\text{工况2}}=10.4 \text{ CFU/cm}^2; N_{\text{工况7}}=35.7 \text{ CFU/cm}^2; N_{\text{工况8}}=6.5 \text{ CFU/cm}^2$ )均随着时间的增加呈现降低的趋势( $t_{\text{龈上洁治}}=2.27, P_{\text{龈上洁治}}=0.024; t_{\text{牙体预备}}=2.30, P_{\text{牙体预备}}=0.022$ )。所有工况治疗结束后30~60 min内与治疗结束后60~120 min内的菌落总数均无明显差异,即喷溅操作结束30 min后菌落总数趋于动态平衡的状态,且符合《医院消毒卫生标准 GB 15982-2012》中的IV类环境要求。**结论** 开启新风系统能在口腔诊疗喷溅操作中一定程度上有效降低特定空间的气溶胶类污染物。上一患者治疗结束后30 min下一患者方进入该区域进行治疗较安全。

**【关键词】** 气溶胶; 环境污染物; 通风

**基金项目:**广东省科技专项资金“医学教育人才培养及临床技术提升计划”(2019113134);汕头市科技计划(220513116490582)

**引用著录格式:**马辉彬,黎创,池玉珊,等.口腔诊室不同通风状态下气溶胶类污染物喷溅情况研究[J].中华口腔医学研究杂志(电子版),2023,17(3):203-209.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.03.008

## Study on spraying of aerosol pollutants under different ventilation conditions in dental clinics

Ma Huibin<sup>1</sup>, Li Chuang<sup>2</sup>, Chi Yushan<sup>1</sup>, Xu Qingfeng<sup>1</sup>, Lin Huamin<sup>1</sup>, Xin Weini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinic of Stomatology·Department of Stomatology, Shantou University Medical College, Shantou 515000, China; <sup>2</sup>School of Public Health, Shantou University, Shantou 515000, China

Corresponding author: Xin Weini, Email:wnxin@stu.edu.cn

**【Abstract】Objective** To investigate the effect of different ventilation schemes on the concentration of aerosol pollutants in independent space during dental diagnosis and treatment. **Methods** Independent dental treatment room equipped with ventilation systems and air disinfectors was selected. A total of nine working conditions including three different dental treatments (supragingival scaling, root canal preparation and tooth preparation) were carried out respectively in three different ventilation schemes (natural ventilation, dedicated outdoor air system and dedicated outdoor air system combined with air disinfectant). The aerobic bacterial counts were measured at different heights and time points. Spatiotemporal distributions of aerosol pollutants in different ventilation schemes were analyzed quantitatively. The differences and equilibrium states of aerobic bacterial counts were examined using Spearman's rank correlation analysis, generalized linear mixed models, analysis of variance (ANOVA),

Wilcoxon rank sum tests, and multiple comparisons following rank order transformation. **Results** The results of the ANOVA test revealed no statistically significant variations in the aerobic bacterial counts at each site ( $F = 1.45, P = 0.182$ ), indicating that the aerobic bacterial counts were spread uniformly across sites. Compared to natural ventilation, the aerobic bacterial counts ( $N_{\text{working condition}1} = 25.8 \text{ CFU/cm}^2$ ;  $N_{\text{working condition}2} = 10.4 \text{ CFU/cm}^2$ ;  $N_{\text{working condition}7} = 35.7 \text{ CFU/cm}^2$ ;  $N_{\text{working condition}8} = 6.5 \text{ CFU/cm}^2$ ) under dedicated outdoor air system during supragingival scaling and tooth preparation decreased over time ( $t_{\text{supragingival scaling}} = 2.27, P_{\text{supragingival scaling}} = 0.024$ ;  $t_{\text{tooth preparation}} = 2.30, P_{\text{tooth preparation}} = 0.022$ ). There is no significant difference between aerobic bacterial counts of the treatment after 30 minutes to 60 minutes and that after 60 minutes to 120 minutes, indicating the dynamic equilibrium of bacterial accounts was reached at 30 minutes after the spraying treatment, which met the class IV environmental requirements in the *Hygienic Standard for Disinfection in Hospitals GB 15982-2012*. **Conclusions** It can effectively reduce aerosol pollutants in a specific space in a certain period of time under the dedicated outdoor air system. The risk of the next patient can be greatly reduced when entering the dental treatment room at 30 minutes after the previous treatment.

**[Key words]** Aerosol; Air pollutants; Ventilation

**Fund programs:** Science and Technology Special Fund of Guangdong "Medical Education Talent Training and Clinical Technology Improvement Plan" (2019113134); Science and Technology Planning Project of Shantou (220513116490582)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.03.008

口腔诊疗过程会伴有严重的喷溅物、气溶胶和飞沫,超声洁刮治、高速涡轮机和牙科三用枪头、牙面抛光刷等喷溅操作会产生大量的飞沫、喷溅物和气溶胶<sup>[1]</sup>,可能致使患者和医护人员感染疾病。《新冠肺炎疫情期间办公场所和公共场所空调通风状态运行管理卫生规范》指出,通风系统有利于降低传染性疾病传播的风险<sup>[2]</sup>,且有研究表明实验组(使用过滤装置)相对于对照组(不使用过滤装置)的污染治理能力提升83%<sup>[3]</sup>。气溶胶可以携带细菌、病毒和寄生虫卵等有害物质悬浮于空气中,并随气流飘浮至较远距离,成为传播疾病的潜在因素<sup>[4]</sup>。为研究在不同通风状态下气溶胶类污染物的喷溅情况,本研究以菌落总数作为测定指标,考察口腔诊室内不同通风状态下不同诊疗操作时在不同时点及位点的气溶胶类污染物喷溅程度,以有效降低气溶胶污染风险,减少交叉感染,最大程度保障医护人员和患者安全健康。

## 资料与方法

### 一、实验地点、采样位点及时点

2022年3—6月,选取汕头大学医学院口腔门诊部具有物理隔断可完全封闭、配备新风系统及空气消毒机的独立诊室1个,设有1台口腔综合治疗台。在该诊室自然开窗通风、无开窗开启新风系统及无开窗开启新风系统联合使用空气消毒机3种通风状态下分别进行龈上洁治、根管预备及牙体预备

3种操作,分别定义为9种不同的工况(表1),操作均在30~60 min内完成治疗。

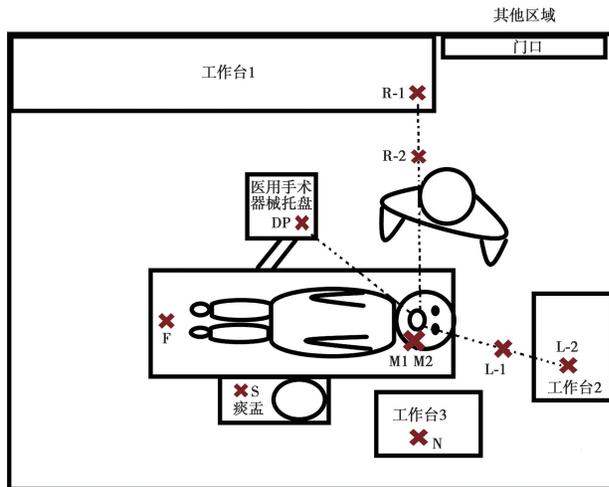
表1 本研究3种通风状态下3种口腔诊疗操作对应的9种工况

工况	通风状态	诊疗操作
工况1	自然开窗通风	龈上洁治
工况2	新风系统	龈上洁治
工况3	新风系统及空气消毒机	龈上洁治
工况4	自然开窗通风	根管预备
工况6	新风系统	根管预备
工况5	新风系统及空气消毒机	根管预备
工况7	自然开窗通风	牙体预备(单冠)
工况8	新风系统	牙体预备(单冠)
工况9	新风系统及空气消毒机	牙体预备(单冠)

为了研究气溶胶类污染物随时空的分布特性,在患者口腔周围的不同高度、不同方向设置10个采样位点(图1),在5个时点[治疗开始前15 min( $t_0$ )、治疗开始到治疗结束( $t_1$ )、治疗结束后30 min内( $t_2$ )、治疗结束后30~60 min内( $t_3$ )和治疗结束后60~120 min内( $t_4$ )]分别进行采样。

### 二、方法

每个患者在进行喷溅操作之前采用0.5%过氧化氢含漱清洁口腔<sup>[5-6]</sup>,在10个采样位点分别放置即用型营养琼脂培养基,通过自然沉降法采集菌落总数,并在5个不同时点分别进行收集采样。将采样后的营养琼脂培养基放置在2~8℃的储藏箱内并



**图1** 口腔诊室内不同喷溅操作下细菌采样位点示意图(参考文献[7]绘制) R-1:离患者口腔水平方向100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°;R-2:离患者口腔水平50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°,位于工作台1上;L-1:离患者口腔水平方向50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°;L-2:距患者口腔水平位置100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°,位于工作台2上;M1:患者口腔上方10 cm;M2:患者口腔上方30 cm;DP:在医用手术器械托盘上;N:距患者口腔水平位置150 cm,位于3号工作台上;H1:离地面150 cm(未在图中标明);H2:离地面200 cm(未在图中标明)。

送至汕头大学医学院附属肿瘤医院检验科进行检测,于37℃恒温箱中培养48 h,按中华人民共和国《医院消毒卫生标准GB 15982-2012》计算不同时点下每个位点的菌落总数。

### 三、统计学处理方法

运用SAS9.4软件对数据进行统计分析,采用Spearman秩相关分析9种工况中时点与菌落总数的关系,对同一类型操作在不同通风状态下的菌落总数差异使用广义线性混合模型(generalized linear mixed model, GLMM)进行验证,应用Wilcoxon秩和检验以及秩次转换后进行多重比较以分析菌落总数平衡状态。

## 结 果

### 一、不同类型的诊疗操作

龈上洁治、根管预备和牙体预备3种喷溅操作的口腔感染状况和喷溅严重程度会影响其菌落总数。龈上洁治产生的喷溅物有伴随细菌的牙结石、唾液、血液、手机喷溅水汽、冲洗液和抛光膏等,根管预备产生的喷溅物有感染的牙体和牙髓组织、暂封材料、唾液、冲洗液和手机喷溅水汽等,牙体预备产生的喷溅物有牙体组织、树脂材料、唾液、血液和手机喷溅水汽等。

### 二、不同时点菌落总数差异

由表2可知,经过Spearman秩相关分析得出工况1( $r = 0.652, P < 0.001$ )、工况4( $r = 0.399, P = 0.004$ )及工况8( $r = -0.337, P = 0.017$ )菌落总数与时间呈相关关系,其余工况则呈不相关关系。从图2可看出,大多数工况下菌落总数在 $t_1$ 时刻达到最高峰,随后均呈现下降趋势。其中工况1和工况4菌落总数随着时间的增加呈上升趋势,而工况8菌落总数在 $t_1$ 时刻达到最高峰,之后随着时间的增加菌落总数呈降低趋势。由表3可以看出,工况1( $P < 0.001$ )、工况4( $P < 0.001$ )和工况6( $P = 0.042$ )中, $t_2$ 及 $t_3$ 时点的菌落总数差异有统计学意义,其余工况在 $t_2$ 、 $t_3$ 和 $t_4$ 时点的菌落总数差异无统计学意义,总体趋于稳定平衡的状态。

**表2** 不同工况下细菌喷溅随时间的Spearman关系

工况	菌落总数平均值(CFU/cm <sup>2</sup> )					r值	P值
	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$		
工况1	0.5	5.9	2.3	5.5	11.6	0.652	<0.001 <sup>a</sup>
工况2	0	2.4	0.5	0.1	0.2	-0.169	0.240
工况3	1.5	13.3	3.8	2.7	1.6	-0.226	0.114
工况4	1.9	7.5	1.9	5.0	8.9	0.399	0.004 <sup>a</sup>
工况5	0	13.0	4.0	1.9	3.1	0.214	0.136
工况6	0.7	14.7	0.6	0.6	1.7	-0.093	0.522
工况7	0.7	22.1	1.8	2.8	2.0	-0.091	0.530
工况8	1.0	3.6	0.5	0.8	0.6	-0.337	0.017 <sup>a</sup>
工况9	0.5	26.7	0.5	0.9	0.6	-0.190	0.186

注:菌落总数的平均值基于不同工况下每个时间点内10个采样点的平均值,采用Spearman相关分析时间与菌落总数的相关关系,负号代表方向,<sup>a</sup> $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 三、不同位点菌落总数差异

各位点的菌落总数均值如表4所示,经过方差分析得出结果表明,各位点的菌落总数差异无统计学意义( $F = 1.45, P = 0.182$ ),各位点的菌落总数分布如图3所示,其中菌落总数最多的位点为M2和DP,即为距患者口腔上方30 cm处和医用手术器械托盘处,其余位点菌落总数分布比较均匀一致。

### 四、同种操作下不同通风状态菌落总数差异

将时间和位点作为随机效应,应用GLMM分析比较同种操作不同通风状态下的菌落总数差异。由表5可知,工况1、2( $P = 0.024$ )和工况7、8( $P = 0.022$ )的菌落总数差异有统计学意义,且由图2可知,工况2相对于工况1、工况8相对于工况7,随着时间的增加菌落总数呈降低的趋势。

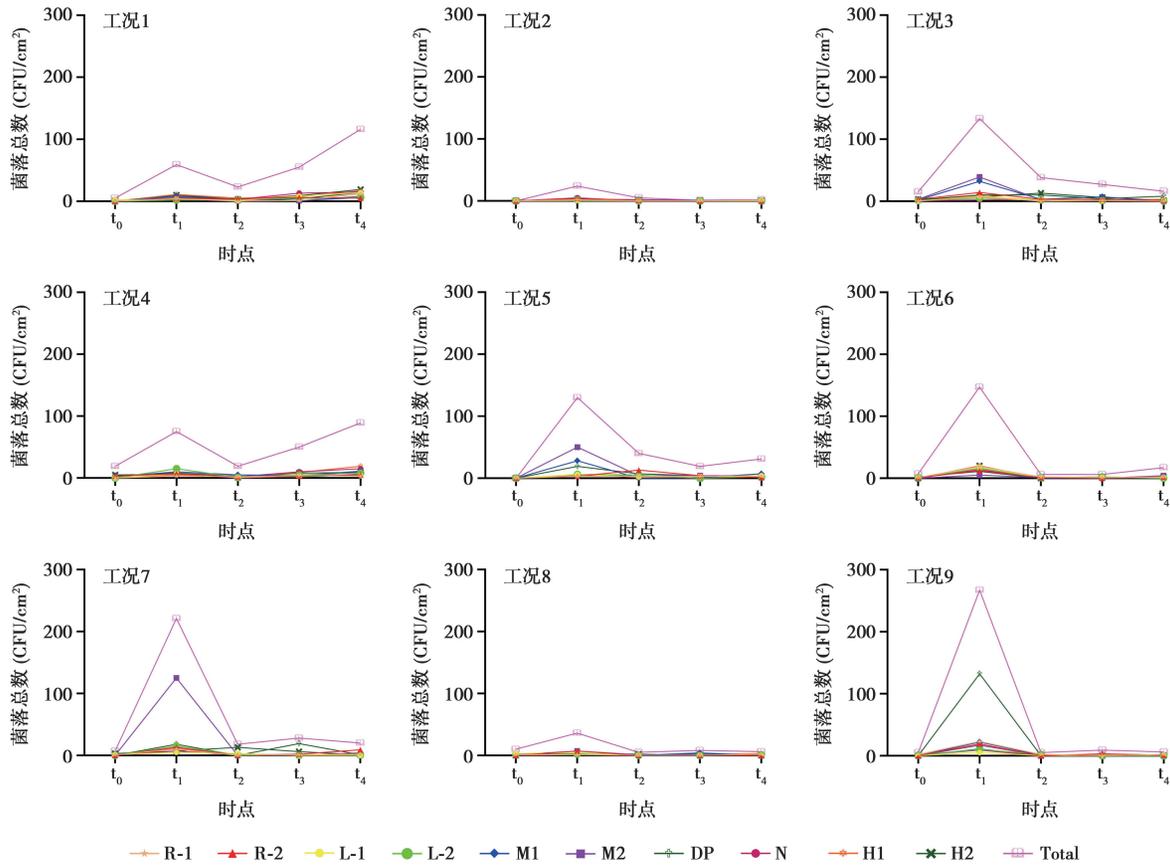


图2 不同位点不同工况下菌落总数随时间沉淀情况

表3 口腔诊疗结束后菌落总数差异

工况	秩次的平均值			P值 <sup>a</sup>	t <sub>2</sub> vs t <sub>3</sub> <sup>c</sup>	t <sub>2</sub> vs t <sub>4</sub> <sup>c</sup>	t <sub>3</sub> vs t <sub>4</sub> <sup>c</sup>
	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>				
工况1	8.00	14.85	23.65	<0.001 <sup>b</sup>	<0.001 <sup>b</sup>	>0.999	>0.999
工况2	18.15	13.45	14.90	0.252	NA	NA	NA
工况3	18.35	17.00	11.15	0.137	NA	NA	NA
工况4	7.25	16.50	22.75	<0.001 <sup>b</sup>	0.001 <sup>b</sup>	0.796	>0.999
工况5	17.50	12.15	16.85	0.322	NA	NA	NA
工况6	12.80	12.80	20.90	0.042 <sup>b</sup>	0.016 <sup>b</sup>	>0.999	>0.999
工况7	13.60	14.40	18.50	0.363	NA	NA	NA
工况8	15.45	16.20	14.85	0.923	NA	NA	NA
工况9	13.55	17.55	15.40	0.532	NA	NA	NA

注:<sup>a</sup>P值基于Wilcoxon秩和检验;<sup>b</sup>P<0.05为差异有统计学意义;<sup>c</sup>多重比较基于秩次的平均值进行的ANOVA检验,应用Bonferroni校正P值;NA为不适用。

## 讨 论

### 一、不同诊疗操作的差异

有研究发现,口腔术前患者含漱氯己定等漱口水可有效减少气溶胶和飞沫中的细菌含量。本研究采取喷溅操作开始前患者含漱0.5%过氧化氢,以尽量减少空气污染程度。但从表2可知,治疗开始后菌落总数仍高于《医院消毒卫生标准 GB 15982-2012》

IV类环境(物体表面平均菌落数 $\leq 10$  CFU/cm<sup>2</sup>)要求<sup>[8]</sup>,说明口腔诊疗过程喷溅操作会产生较明显空气和物表污染,故为降低感染的风险,还需合理安排患者的就诊时间,同时建议候诊患者佩戴医用外科口罩。

从本次实验结果可以看出,龈上洁治产生的喷溅物有牙结石、唾液、血液、手机喷溅水汽、冲洗液和抛光膏等,患者口腔卫生最差出血也最多,所以

表4 不同位点不同工况下的平均菌落总数(CFU/cm<sup>2</sup>)

工况	位点									
	R-1	R-2	L-1	L-2	M1	M2	DP	N	H1	H2
工况1	3.4	4.0	5.8	3.0	3.8	3.6	4.8	7.0	8.0	8.2
工况2	0.4	1.0	0.4	0.4	0.8	1.4	0	1.0	0.2	0.8
工况3	1.6	4.8	2.4	1.8	8.8	9.2	6.8	1.6	2.8	6.0
工况4	2.4	4.0	3.0	5.8	6.4	3.8	4.4	7.6	7.2	5.8
工况5	2.4	4.2	3.0	2.6	7.2	12.4	6.2	2.2	1.8	2.0
工况6	5.0	3.2	4.4	4.0	3.0	2.0	2.6	3.4	4.4	4.6
工况7	2.8	4.8	1.8	3.4	2.4	25.2	7.6	2.6	2.2	6.0
工况8	0.8	1.4	1.4	0.8	1.6	2.0	1.6	1.2	1.2	1.0
工况9	6.2	4.6	1.4	2.6	5.0	4.0	26.6	2.4	3.4	2.2

注:菌落总数的平均值基于不同工况下每个采样位点内5个时间点的平均值; $F=1.45, P=0.182$ (基于单因素方差分析);R-1:离患者口腔水平方向100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°;R-2:离患者口腔水平50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°,位于工作台1上;L-1:离患者口腔水平方向50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°;L-2:距患者口腔水平位置100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°,位于工作台2上;M1:患者口腔上方10 cm;M2:患者口腔上方30 cm;DP:在医用手术器械托盘上;N:距患者口腔水平位置150 cm,位于3号工作台上;H1:离地面150 cm;H2:离地面200 cm。

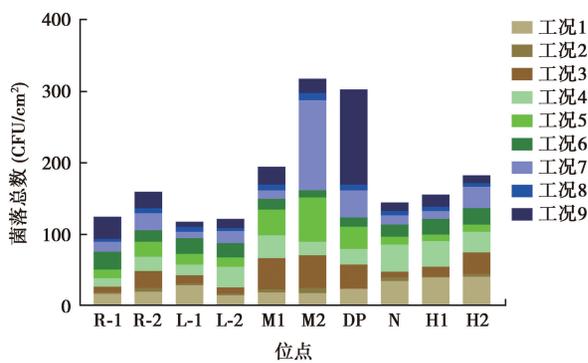


图3 9种工况不同位点菌落总数散布图 R-1:离患者口腔水平方向100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°;R-2:离患者口腔水平50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约45°,位于工作台1上;L-1:离患者口腔水平方向50 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°;L-2:距患者口腔水平位置100 cm,离地面80 cm,距离治疗托盘约15°,位于工作台2上;M1:患者口腔上方10 cm;M2:患者口腔上方30 cm;DP:在医用手术器械托盘上;N:距患者口腔水平位置150 cm,位于3号工作台上;H1:离地面150 cm;H2:离地面200 cm。

表5 基于广义线性混合模型(GLMM)的同一喷溅操作下不同通风状态菌落总数比较

工况对比	参数估计	标准误差	自由度	t值	P值
工况1 vs 工况2	4.52	1.989	431	2.27	0.024*
工况1 vs 工况3	0.58	1.989	431	0.29	0.771
工况4 vs 工况5	0.64	1.989	431	0.32	0.748
工况4 vs 工况6	1.38	1.989	431	0.69	0.488
工况7 vs 工况8	4.58	1.989	431	2.30	0.022*
工况7 vs 工况9	0.04	1.989	431	0.02	0.984

注:结果为GLMM中将时间和位点作为随机效应,工况为固定效应,组间差异为GLMM固定效应的解;\* $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

伴随的气溶胶类污染物也最严重。根管预备产生的喷溅物有牙体组织、树脂材料、唾液、冲洗液和手机喷溅水汽等,喷溅程度虽然较弱,但由于患牙多有牙髓出血以及治疗需要去除感染牙髓,故在空气中的气溶胶类污染物仍会有所增多。牙体预备产生的喷溅物有牙体组织、树脂材料、唾液、血液和手机喷溅水汽等,因牙体预备一般是在根管治疗完成后进行,此时感染病灶已去除且治疗过程出血较少,故产生的气溶胶类污染物也较少。

## 二、不同时点菌落总数差异

为了解时间与菌落总数的关系,以及菌落总数在喷溅操作结束后存留情况,将菌落总数与时间作Spearman秩相关分析,结果发现工况1( $r=0.652, P<0.001$ )、工况4( $r=0.399, P=0.004$ )及工况8( $r=-0.337, P=0.017$ )菌落总数与时间有一定相关性。其中工况1、工况4均在自然通风下,且随着治疗时间的增加菌落数呈现递增的趋势,这与文献[9]一致,即在自然通风而无其他通风状态存在的情况下,菌落总数随着喷溅严重程度增加会逐步沉淀,导致菌落总数呈现出随着时间增加而增加的情况。工况8菌落总数虽与时间有相关关系,但其关系为负相关( $r=-0.337, P=0.017$ ),即随着时间的增加菌落总数呈现降低的状态,因其是在新风系统通风状态下进行的,新风系统可加快室内空气更换速度,保证室内空气流动,减少喷溅操作产生的气溶胶类污染物浓度。

由表3可知,在工况1( $P<0.001$ )、工况4( $P<0.001$ )和工况6( $P=0.042$ )中 $t_3$ 较 $t_2$ 时点的菌落总数

的差异有统计学意义,即在 $t_2$ 和 $t_3$ 时点中菌落总数呈现出上升的趋势,而其余的工况在 $t_2$ 、 $t_3$ 和 $t_4$ 时点中菌落总数的差异无统计学意义,总体趋于稳定平衡的状态。由表2可知,在非自然通风状态下(工况2、3、5、6、8及9)在 $t_4$ 时点其平均菌落总数符合《医院消毒卫生标准 GB 15982-2012》中的Ⅳ类环境(物体表面平均菌落数体 $10\text{ CFU}/\text{cm}^2$ )要求<sup>[8]</sup>,即在喷溅操作结束30 min后周围环境为洁净的密闭空间,可为下一患者的诊疗提供安全保障。

### 三、不同位点菌落总数差异

为了解喷溅操作中气溶胶类污染物的传播特征,探究其喷溅距离,采样位点选择设置在四维(左、右、上和下),即距离患者水平距离50和100 cm处、患者口腔垂直距离10和30 cm处,以及患者四周的情况<sup>[7]</sup>,本研究将采样位点均匀分布在患者的口腔、四周及地面,对比不同高度和水平距离菌落总数的差异。从图3可以看出菌落数主要集中在M2和DP处,即距患者口腔上方30 cm处和医用手术器械托盘处,其余零散在各处,由表3可看出各位点的菌落总数差异无统计学意义( $F=1.45, P=0.182$ )。M1为距患者口腔上方10 cm处,按照预先假设的应为M2处检出的菌落总数相对于M1的较低,出现这种情况的原因可能是,人体工程学因素(医生的手部运动、身体运动等)<sup>[9]</sup>会影响细菌、气溶胶类污染物和颗粒物等的运动轨迹,使得细菌和气溶胶类污染物等会附着在其他物体或者人体上,造成高处的菌落总数比低处的菌落总数高的现象。

### 四、同种操作下不同通风状态菌落总数差异

为探讨何种通风状态能更大程度上降低菌落总数,应用GLMM<sup>[10-11]</sup>比较同种操作下不同通风状态下的菌落总数的差异。结合图2和表5可知,工况1、2和工况7、8差异存在统计学意义,工况1、7中的菌落总数是随着时间的上升而增加,工况2、8在 $t_4$ 达到菌落总数最高峰后下降随后趋于平稳,整体上相对于工况1( $P=0.024$ )、7( $P=0.022$ )的菌落总数有明显的降低。有研究表明,当空气净化器关闭时,飞沫、气溶胶类污染物和细菌进入呼吸区或附着在医护人员身体表面的浓度会增加<sup>[12]</sup>,因此相对于自然通风,使用新风系统条件下气溶胶类污染物污染可以得到一定程度的遏制。

新风系统在市面上作为一种新的通风装置,与传统的空气排放系统不同,其原理为应用一些机械动力将外界的新鲜空气送入室内同时把室内的污

浊空气排出室外<sup>[13]</sup>,而空气消毒机的原理为应用物理、化学或其他方法消杀空气中的微生物<sup>[14]</sup>,从而得到洁净的空气。在口腔诊疗喷溅操作中会产生许多的喷溅物、细菌和气溶胶等有害物质,有研究证明使用一些空气净化器可以降低空气中细菌和气溶胶类污染物的产生<sup>[15]</sup>。但目前市售多功能空气净化器也存在一些问题<sup>[16]</sup>,如净化面积有限,一般净化器核心滤芯均采用高效过滤纸,由于净化器自身体积有限,净化器阻力较大,造成净化风量很小,总体效果并不明显,从而造成其与新风系统联合使用达不到较好的消灭气溶胶类污染物效果。

除新风系统及空气消毒机外,还有许多消毒方式,例如紫外线灯照射消毒和臭氧发生器消毒等。紫外线灯照射作为一种传统的消毒灭菌方法被证实对于菌落总数的消杀有一定的作用<sup>[17]</sup>,在许多地方都得到广泛的应用。在后续的研究中本课题组将会考虑加入其他消毒方法进行研究比对,以探讨降低气溶胶类污染物的最优方案。

综上所述,本研究实测了9种工况下在不同位点、不同时间点的菌落总数,定量分析不同通风状态的气溶胶类污染物在时间和空间上的轨迹分布,可得出以下结论:(1)在口腔诊室椅旁开展喷溅操作等诊疗过程中开启新风系统在一定程度上能有效地减少口腔诊室细菌菌落总数,可降低医护人员及患者之间的交叉感染风险,保障医护人员和患者的安全;(2)在喷溅操作结束30 min后,下一患者进入该区域进行治疗的风险大幅度降低。由于本研究主要采用被动采样方法,存在局限性,且患者口腔卫生和感染状况不同、诊疗过程中医护人员身体移动和阻挡等都可能影响实验结果,因此还有待于进一步深入地研究,以寻找更有效的感染控制措施。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突,本研究与第三方检测机构汕头大学医学院附属肿瘤医院不存在利益冲突

**作者贡献声明** 马彬辉:项目负责人、项目实施、论文构思、文献查阅、数据采集以及整理归类;黎创:论文撰写、统计分析、论文构思、文献查阅;池玉珊:样本采集、数据采集以及整理归类、项目实施、论文构思、文献查阅;许青峰:样本采集、文献查阅;林华敏:样本采集、文献查阅;辛蔚妮:试验设计、论文指导、论文撰写、文献查阅以及论文构思

### 参 考 文 献

- [1] 李京平,章小媛,麦穗,等.口腔诊疗中呼吸道传染病交叉感染防范策略:关注气溶胶[J/JOL].中华口腔医学研究杂志(电子版),2020,14(3):149-154. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.03.004.

- [2] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组. 关于印发新冠肺炎流行期间办公场所和公共场所空调通风系统运行管理指南的通知[EB/OL]. (2020-02-13)[2022-10-28]. [http://www.gov.cn/xinwen/2020-02/13/content\\_5478015.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2020-02/13/content_5478015.htm).
- [3] Cappare P, D'Ambrosio R, de Cunto R, et al. The usage of an air purifier device with HEPA 14 filter during dental procedures in COVID-19 pandemic: A randomized clinical trial [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(9): 5139. DOI: 10.3390/ijerph19095139.
- [4] Chen IH, Lin CH, Liao YS, et al. Assessment of dental personal protective equipment (PPE) and the relationship between manual dexterity and dissemination of aerosol and splatter during the COVID-19 pandemic [J]. *J Dent Sci*, 2022, 17(4): 1538-1543. DOI: 10.1016/j.jds.2022.04.021.
- [5] 广东省卫生健康委员会. 广东省新冠肺炎防控指挥办医疗救治组关于印发广东省医疗机构感染预防与控制108个流程指引的通知[EB/OL]. (2020-02-19)[2022-10-28]. [http://wsjkw.gd.gov.cn/gkmlpt/content/2/2901/post\\_2901074.html#2532](http://wsjkw.gd.gov.cn/gkmlpt/content/2/2901/post_2901074.html#2532).
- [6] 岳磊, 杨威, 霍海洋, 等. 新型冠状病毒肺炎疫情期口腔颌面部间隙感染的特点及诊治体会[J]. *实用口腔医学杂志*, 2020, 36(2): 261-263. DOI: 10.3969/j.issn.1001-3733.2020.02.029.
- [7] Chuang CY, Cheng HC, Yang SH, et al. Investigation of the spreading characteristics of bacterial aerosol contamination during dental scaling treatment [J]. *J Dent Sci*, 2014, 9(3): 294-296. DOI: 10.1016/j.jds.2014.06.002.
- [8] 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. GB 15982-2012 医院消毒卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 刘颖君, 安娜. 口腔诊室细菌性气溶胶研究进展[J]. *中国感染控制杂志*, 2017, 16(8): 773-778. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2017.08.021.
- [10] 杨志浩. 广义线性混合模型的分布式计算及其实证应用[D]. 南昌: 江西财经大学, 2021. DOI: 10.27175/d.cnki.gjxcu.2021.001419.
- [11] Comisi JC, Ravenel TD, Kelly A, et al. Aerosol and spatter mitigation in dentistry: Analysis of the effectiveness of 13 setups [J]. *J Esthet Restor Dent*, 2021, 33(3): 466-479. DOI: 10.1111/jerd.12717.
- [12] 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. DOI: 10.1098/rsif.2009.0516.
- [13] 刘万万, 王秋荟, 张向萍. 新风系统在智能建筑中的应用[J]. *商丘职业技术学院学报*, 2021, 20(6): 89-92. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8127.2021.06.020.
- [14] 卢桂宁, 唐小兰. 空气消毒机的研究进展[J]. *应用预防医学*, 2022, 28(3): 303-306. DOI: 10.3969/j.issn.1673-758X.2022.03.032.
- [15] Kumbargere Nagraj S, Eachempati P, Paisi M, et al. Interventions to reduce contaminated aerosols produced during dental procedures for preventing infectious diseases [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 10(10): CD013686. DOI: 10.1002/14651858.CD013686.pub2.
- [16] 王宁. 分析新风系统的绿色健康运行[J]. *科技资讯*, 2022, 20(18): 134-138. DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2203-5042-2250.
- [17] Hamzavi IH, Lyons AB, Kohli I, et al. Ultraviolet germicidal irradiation: Possible method for respirator disinfection to facilitate reuse during the COVID-19 pandemic [J]. *J Am Acad Dermatol*, 2020, 82(6): 1511-1512. DOI: 10.1016/j.jaad.2020.03.085.

(收稿日期:2022-10-28)

(本文编辑:王嫚)