

新型冠状病毒肺炎疫情中一次性使用医用口罩重复使用及消毒方法的可行性探讨

林清¹, 黄韵芝^{2*}, 孙桂萍¹

【摘要】经呼吸道飞沫传播可能是新型冠状病毒主要的传播途径,佩戴一次性使用医用口罩能有效减少呼吸道传染病人传人的机会,在一次性使用医用口罩缺乏的情况下是否能重复使用是当前公众关注的问题。文章归纳了国内的口罩种类及重复使用的观点及消毒方法,分析了现有消毒方法,包括紫外线、阳光、高温及化学消毒法可能存在的利弊。在新型冠状病毒肺炎疫情影响下,公众可以根据所处的地区、自身的健康情况,以及家庭中一次性使用医用口罩的存储量等情况综合考虑是否重复利用一次性使用医用口罩。

【关键词】新型冠状病毒肺炎;一次性使用医用口罩;重复使用;消毒

中图分类号:R192.6;R563.1 文献标识码:A

Discussion on the feasibility of reuse and disinfection of disposable medical masks in novel coronavirus pneumonia/Simon Ching LAM¹, Emma Yun-Zhi HUANG^{2*}, Lorna Kwai Ping SUEN¹//Journal of Nursing Administration

1.School of Nursing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China; 2.Division of Social Work, Zhongshan Polytechnic, Zhongshan 528400, China.

【Abstract】The transmission of the novel coronavirus was likely through respiratory droplets. The use of disposable medical masks can effectively reduce the chance of human-to-human transmission of respiratory infections. The article summarized the domestic types of mask, reuse and disinfection methods. It then analyzed the existing disinfection methods, including the potential advantages and disadvantages of ultraviolet radiation, sunshine, high temperature and chemical. During the outbreaks of novel coronavirus pneumonia, the public should consider whether to reuse disposable medical masks based on the results of comprehensive review on their living areas, health status, the number of disposable medical masks in family stock, and so on and so forth.

【Key words】novel coronavirus pneumonia; disposable medical masks; reuse; disinfection

世界卫生组织将中国新型冠状病毒肺炎疫情宣布为国际关注的突发卫生事件^[1]。自2020年1月25日开始,我国30个省市自治区均已启动重大突发公共卫生事件一级响应^[1]。疫情发生正逢中国农历春节假期,各地政府均要求市民春节期间不串门、不聚会并在家自我隔离,如需外出,公众在所有的公共场所均需佩戴一次性使用医用口罩^[2]。因新型冠状病毒肺炎疫情紧急,春节期间人口流动性大,并且恰逢春节假期期间,绝大部分医用口罩生产厂家放假,导致医用口罩的产量严重不足,各省市均出现“一罩难求”的情况。面临口罩供需矛盾突出的状况,不少专家学者提出了“一次性使用医用口罩的重复使用”建议,并对一次性使用医用口罩的消毒提供了各种建议。为加强新型冠状病毒肺炎的科学防治与管理,本文就现有国内的口罩种类及重复使用的观点及消毒方法进行归纳,供相关护理人员及公众参考。

1 口罩的种类

口罩是一种卫生用品,对进入肺部的空气有一定的过滤作用,尤其在呼吸道传染病流行时,如流感、严重急性呼吸系统综合征(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS)、中东呼吸综合征(Middle East Respiratory Syndrome, MERS)、新型冠状病毒肺炎(novel coronavirus pneumonia, NCP)等。有研究指出,佩戴口罩可使人减少手部接触口鼻机会,从而降低因接触而导致的呼吸道感染^[3]。有文献提出,佩戴口罩是大幅度减少人传人的呼吸道传染病的有效措施之一^[4]。一次性使用医用口罩或医用外科口罩基本都有3层结构,以聚丙烯(Polypropylene, PP)为主,简称为SMS结构:两侧为单层纺粘层无纺布(S: non-woven fabric using spunbond technology),中间为单层或多层的熔喷层无纺布(M: non-woven fabrics using meltblown technology)^[5]。3层中最重要的为中间熔喷层,也是过滤层,因为这层纤维直径较小并附有静电,能以惯性碰撞(inertial impact)、拦截(interception)、静电吸附(electrostatic attraction)和扩散作用(diffusion)等合作机制,阻隔空气中的颗粒或气溶胶(aerosol),即飞沫和细菌等。口罩种类见表1。

基金项目:Start-up research fund, School of Nursing, The Hong Kong Polytechnic University(Ref:1-BE1S)

工作单位:1.香港,香港理工大学护理学院;2.528400,中山市,中山职业技术学院社会工作教研室

作者简介:林清(1978-),男,香港人,助理教授,香港注册护士,香港护理专科学校院士,博士,主要从事护理教学、感染控制及长者照顾的研究工作。

*通信作者:黄韵芝, E-mail: huangyunzhemma@sina.com

2 一次性使用医用口罩重复使用的可能性及消毒方法

2.1 一次性使用医用口罩重复使用的观点

国家卫生健康委员会于2020年1月29日的新闻发布会上指出,除了工作在高危环境的医护人员,以及出现疑似症状的患者,才需要时刻佩戴医用外科口罩或防护度更高的KN95/N95及以上颗粒物防护

口罩等,并根据使用情况及时更换。对于公众而言,口罩不必一次一换^[10]。因此,可否重复使用一次性使用医用口罩则成为了公众关心的话题。一次性使用医用口罩重复利用观点见表2。

2.2 一次性使用医用口罩重复使用的消毒方法(见表3)

表1 口罩种类

序号	类型 ^[6]	作用 ^[6]	推荐人群 ^[2]
1	一次性使用医用口罩	用于普通环境下的一次性卫生护理,适用于医疗机构的一般环境,但国家未对其细菌和颗粒物过滤参数进行界定和规范	公众在非人员密集的公共场所使用
2	医用外科口罩	国家规定其细菌过滤率不小于95%、颗粒过滤效率不小于35%,适用于医务人员在诊疗、手术过程中防护血液、体液和飞溅物,一般而言可过滤大约5 μm的颗粒	疑似病例、公共交通司乘人员、出租车司机、环卫工人、公共场所服务人员等在在岗期间佩戴
3	KN95/N95及以上颗粒物防护口罩	可以有效过滤空气中的颗粒物,适用于防护经空气传播的呼吸道传染病,阻挡至少95%约0.3 μm颗粒	现场调查、采样和检测人员使用,公众在人员高度密集场所或密闭公共场所也可佩戴,但建议进行适合性测试(fitting)和自我密封检查(user-seal-check) ^[7-9]
4	N95医用防护口罩	具有良好的密合性。符合GB19083-2003《医用防护口罩技术要求》标准。能阻挡经空气传播的直径<5 μm的感染因子或近距离接触经飞沫传播的感染因子	发热门诊、隔离病房医护人员及确诊患者转移时佩戴,但建议进行适合性测试和自我密封检查 ^[7-9]

表2 一次性使用医用口罩重复使用观点及建议

序号	提出国家/机构	一次性使用医用口罩重复使用观点	建议
1	世界卫生组织(WHO) ^[11]	不能重复使用一次性使用医用口罩	社区中无呼吸道症状的公众无需使用一次性使用医用口罩,但不同的国家或地区可根据当地文化需要佩戴一次性使用医用口罩
2	中国内地 ^[12-14]	一次性使用医用口罩不用每次更换,吃饭或者做其他事情之后没必要换一次性使用医用口罩	在疫情发源地应该戴一次性使用医用口罩,不是在疫情发源地,但只要在密集的公众聚集地,也应该戴一次性使用医用口罩,在家里、人流稀少情况下,如室外球场打球不用戴一次性使用医用口罩
	中国香港 ^[15]	①吃饭时可以用酒精免洗洗手液消毒双手后,取下口罩摊平在一张纸巾上,再用另一张纸巾覆盖,饭后消毒双手后,提起口罩两边橡皮筋戴回;②口罩与面部之间垫纸巾,减少湿气,延长口罩使用时间,但纸巾注意不能露在口罩外;③如需短暂除下口罩,应先将双手洗干净,然后把口罩向内对折(即接触面部的一边),再放入原先的包装袋内或者信封中,注意过程中不要接触到口罩的内面,然后再洗手	如口罩在医院等高风险且人多的地方使用过不能重复使用
	中国台湾 ^[16]	如果没有新的口罩补给,每天正常使用后的口罩,可经过口罩复活方法后再使用	如遇到一些不正常状况如遇到大量的飞沫,口罩被水弄湿,进出极高风险的场所(例如病房等)口罩应丢弃,不能重复使用
3	美国国家科学院 ^[17]	在口罩供应不充足的情况下,一次性使用口罩可被同一人重复使用,直至损毁或变湿等,因为患者重复使用口罩未必会增加感染风险	
4	美国食品及药品管理局 ^[17]	现有医学口罩包括外科口罩,无法被有效清洁,因此使用完即弃	

表3 一次性使用医用口罩消毒方法

序号	提出机构/人员	消毒方法	备注
1	复旦大学医学分子病毒学教育部/卫生健康委员会/医学科学院重点实验室 ^[12]	①电吹风机热风处理:以家用保鲜袋包裹,最高70℃加热30 min ②恒温烘箱干烤:将口罩置于封闭铝制饭盒内,56℃加热30 min	两种方法均没有影响口罩的PM2.5滤过效果,较高温的电吹风机热风处理灭活病毒较佳(接近未使用的新口罩)
2	中国家庭医生杂志健康医道 ^[18]	①蒸锅消毒:蒸锅沸腾后,将口罩置于蒸盘上,加盖熏蒸3 min取出后,放于洁净干燥敞口容器自然晾干 ②烤箱消毒:烤箱设定70℃,口罩干烤30 min ③紫外线消毒:使用家用紫外线灯或紫外线消毒碗柜,对口罩进行30 min紫外线消毒	不建议酒精消毒、水洗、高压锅消毒、微波炉消毒、高温水煮方式对口罩进行消毒
3	广州市第八人民医院感染病中心 ^[19]	①蒸锅消毒:蒸锅沸腾后,将口罩置于蒸盘上,加盖熏蒸3 min,取出后,放于洁净干燥敞口容器自然晾干 ②酒精消毒:用75%医用酒精喷洒口罩两面 ③紫外线消毒:使用家用紫外线灯照射10 min	
4	香港地区家庭医生 ^[15,20]	①蒸煮消毒:以100℃高温蒸口罩 ②紫外线消毒:使用紫外线消毒碗柜消毒口罩,(注意如消毒碗柜为红外线或臭氧消毒不可行) ③消毒水及阳光消毒:用消毒药水清洗,再于阳光晾晒杀菌后重复使用 ④酒精消毒	建议存在冲突。①蒸口罩会让口罩受潮,损坏内层PP胶(无纺布)使口罩吸入更多细菌;②家用紫外线灯强度较弱,无法杀灭所有细菌,可能使口罩内微粒粒破碎损坏口罩;③手洗同样会让口罩受潮;④酒精消毒破坏口罩结构,影响使用效果。
5	台湾地区泌尿科专家 ^[16]	紫外线灯照射:口罩平放,用紫外线灯照射一面30 min,翻过另一面再照射30 min,如没有医学用的紫外线灯,也可以用烘碗机内的紫外线灯	①照射以后的口罩放在干净干燥的环境中,静置3 d以上口罩可再次使用;②不建议电饭锅蒸汽消毒,会损坏口罩内无纺布
6	复纳电镜显微镜公司 ^[14]	①阳光照射:阳光照射时间和方法参考上述紫外线灯消毒法 ②酒精浸泡:75%酒精浸泡1 h ③沸水煮:100℃煮10 min ④蒸汽消毒:100℃蒸汽蒸7 min	酒精浸泡、蒸、煮后,口罩熔喷层纤维的原始微观结构都保持完好,纤维直径分布、蓬松性等并未发生改变及纤维断裂、腐蚀

3 讨论

3.1 一次性使用医用口罩重复使用的评估

一次性使用医用口罩设计的初衷是被感染者、医护人员或者疑似被感染者使用,以降低健康公众被飞沫传播而感染的风险,所以均是一次性使用^[15],因医用口罩制造技术成熟且成本低,世界卫生组织和美国食品及药品管理局的指引是用完即弃^[11,17]。表2显示,有地区的卫生组织和专家提出重复使用的方法和其可能性^[12-16]。鉴于新型冠状病毒肺炎疫情的实际情况,医用口罩供应紧张,很多一线医护人员均缺乏基本的口罩供应,在非疫情地区,针对低危风险健康人群、非易感染人群,且未接触过新型冠状病毒肺炎患者或疑似患者的普通社区公众,可以考虑将使用频率低的一次性使用医用口罩经一定的消毒方法后重

复使用,以减少公众家庭中一次性使用医用口罩的使用量^[12,14,16,19]。

3.2 一次性使用医用口罩重复使用的消毒方法

在现有观点中,较可行的一次性使用医用口罩重复使用消毒(只针对病毒灭活)方法包括:①紫外线消毒法;②阳光消毒法;③化学消毒法;④高温消毒法。

3.2.1 紫外线消毒法和阳光消毒法

有专家提议使用紫外线杀菌来重复使用口罩(口罩两面均需照射10~30 min或以上)^[15,18],也有提议阳光消毒法(口罩两面均需照射30 min或以上)^[14],因阳光也含有紫外线。我国台湾学者曾探讨紫外线杀菌的效能,并指出紫外线波长介于240~280 nm,能破坏微生物的DNA结构,产生杀菌效果^[16]。这个波长只在太阳光中的C射线(波长230~280 nm)出现,但一般C射线几乎全

被臭氧层吸收,到达地表的辐射量几乎是零。而太阳中的A射线(波长315~400 nm,占紫外线的98.9%)和B射线(波长280~315 nm,占紫外线的1.1%)的强度($<3\ 000\ \text{uW}/\text{cm}^2$)未能有效杀灭微生物,说明阳光消毒法未必能灭活口罩上的病毒。家用的紫外线灯箱一般用C射线的LED灯,功率差异极大(目前市场上的产品能产生功率约4 W~10 mW)。而C射线穿透力弱,未能确定是否穿透有3层的口罩材料(包括其中的褶皱部位)^[21]。而且有化学专家指出,家用紫外线灯功率若过大(没有说明具体功率数值),有可能破坏口罩外层无纺布的结构^[20],不能保证重复使用的口罩过滤能力。

3.2.2 化学消毒法 针对化学消毒法(酒精喷洒)是否适合对口罩消毒存在争议。酒精喷洒消毒法比较适用于材料较厚实的KN95/N95及以上颗粒物防护口罩,而一次性使用医用口罩喷洒75%医用酒精消毒,如果份量足够,口罩外层的微生物应该已被灭活,但中层(过滤层)就难以保证。如果使用大量酒精(例如浸泡),专家指出过度湿润容易影响口罩的中层静电吸附效果^[16],有机溶剂也会损害口罩的中层^[12]。虽然有研究提出不同观点,即使静电吸附效果消失并不等于过滤失效,但仍令人担忧口罩的整体防护功能^[14]。使用少量口罩实验证明,在75%酒精浸泡1 h、沸水煮10 min、蒸汽蒸7 min后,放大2 000倍观察熔喷层无纺布(剪下一小块并取出中间层)的纤维,微观结构保持完好,未发现纤维断裂和腐蚀^[14]。虽然结果有参考价值,但该实验未检验纺粘层无纺布(如外层)的纤维结构及整个口罩过滤效率的改变,无法证实过度湿润是否使口罩受潮^[20]。

3.2.3 高温消毒法 高温消毒法分蒸煮、热风及烤箱等。因高温蒸煮也会导致过度湿润,影响口罩的中层静电吸附效果,减弱整个口罩过滤能力,属于不可取的方法^[20]。有研究提出,现在的新型冠状病毒与SARS病毒同属冠状病毒,有相似的特性,在56℃存活不过30 min^[22]。因为新型冠状病毒为核糖核酸(Ribonucleic acid, RNA)病毒,同样不耐热,故有专家提出折中的办法,不以100℃为消毒,而是以56℃以上持续高温将口罩内外的病毒杀死^[12,18]。宋武慧等^[12]比较了常用的恒温烘箱干烤(56℃ 30 min)及电吹风机热风处理(最高70℃ 30 min)两种方法对流行性感冒病毒进行病毒灭活,并以PM2.5监测仪评价口罩滤过的效果。结果显示,两种病毒灭活方法均没有影响PM2.5的滤过效果,而较高温的电吹风机热风处理灭活病毒较佳(接近新口罩一样)。这可能是首篇对一次性使用医用口罩有实证的研究,但操作电吹风机30 min比较困难,家用电吹风机的温度差异不保证,

而且吹风有散布病原体危险(专家是用保鲜袋包裹,然后在生物安全柜中进行)。根据宋武慧等^[12]发表的论文结果推论得出,如用恒温烘箱干烤(70℃ 30 min,将口罩直接烤)作测试,结论与电吹风机热风处理一致。虽然口罩无纺布等材料(100%聚丙烯,10 gsm制做)是耐热的,但当前市场上的口罩未有清晰标示,有些可能以聚乙烯(Polyethylene, PE)作为口罩制作材料,而其热变形温度为70℃以上。所以,保持选用70℃(不再提升温度)干烤口罩30 min(需先预热)消灭病毒应该是保守且可行的方法^[12]。较低的温度既可以防止口罩3层无纺布的结构被破坏^[12],干烤同时可以蒸发口罩内外的水份,而30 min也足够让整个口罩提温,达到杀灭新型冠状病毒的目的^[12,19]。

3.3 研究的局限性及建议

上述所有的建议均没有实验室测试的数据支持,例如消毒的时间是否足够、消毒的方法是否已经破坏口罩的静电过滤层或无纺布等。虽然有些方法曾用显微镜作结构检测^[14],但最理想的质量检定是消毒后再以细菌过滤效率(Bacterial Filtration Efficiency:微粒大小为3 μm如花粉和飞沫)、微粒过滤效率(Particle Filtration Efficiency:微粒大小为0.1 μm如流感病毒)或病毒过滤效率(Virus Filtration Efficiency:微粒大小为0.1~5 μm)作重复测定。笔者只能根据现有文献及自身专业知识作合理的推论。本文中所提及的消毒是针对病毒灭活,并非要杀灭细菌和真菌孢子(需要用超过160℃高温及高压才能达到此目的)。使用过的口罩上最多的微生物可能是佩戴者自身口鼻的正常菌群如葡萄球菌,而病毒灭活方法也不能杀灭它们,所以口罩重复使用只是自用。

4 小结

本文对现有一次性使用医用口罩重复使用的观点及消毒方法进行汇总分析,并根据结果进行讨论,在新型冠状病毒疫情影响下,公众可以根据所处地区和自身的健康情况,以及家庭中一次性使用医用口罩的存量等情况综合考虑是否重复利用一次性使用医用口罩。公众新型冠状病毒防护并不是只靠口罩^[23],而是需要清楚应该使用口罩的场合^[24]以及正确的戴脱方式,养成良好的洗手习惯及洗手步骤^[25]。

参考文献:

- [1] 央视网.全国30个省市自治区启动重大突发公共卫生事件一级响应[EB/OL].[2020-02-06].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1656706957364692630&wfr=spider&for=pc>.
- [2] 国家卫生健康委员会疾控局.关于印发新型冠状病毒感染不同风险人群防护指南和预防新型冠状病毒感染的

- 肺炎口罩使用指南的通知[S].[2020-01-30].http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/31/content_5473401.htm
- [3] LAM S C, CHONG A C Y, CHUNG J Y S, *et al.* Methodological study on the evaluation of face mask use scale among public adult; cross-language and psychometric testing[J]. *Korean Journal of Adult Nursing*, 2020, 32(1):45-56. DOI: 10.7475/kjan.2020.32.1.46.
- [4] MUKERJI S, MACINTYRE C R, NEWALL A T. Review of economic evaluations of mask and respirator use for protection against respiratory infection transmission[J]. *BMC Infectious Diseases*, 2015, 15(1):413. DOI: 10.1186/s12879-015-1167-6.
- [5] CHELLAMANI K P, VEERASUBRAMANIAN D, BALAJI R V. Surgical face masks; manufacturing methods and classification[J]. *Journal of Academia and Industrial Research*, 2013, 2:320-324.
- [6] 杜显峰, 刘新明, 卢光泽. 医用口罩的合理选择与应用[J]. *中华医院感染学杂志*, 2010, 20(7):983-984.
- [7] LAM S C, LEE J K L, YAU S Y, *et al.* Sensitivity and specificity of the user-seal-check in determining the fit of N95 respirators [J]. *Journal of Hospital Infection*, 2011, 77: 252-256. DOI: 10.1016/j.jhin.2010.09.034.
- [8] LAM S C, LEE J K L, LEE L Y K, *et al.* Respiratory protection by respirators; the predictive value of user-seal-check for the fit determination in healthcare settings[J]. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 2011, 32(4):402-403. DOI: 10.1086/659151.
- [9] LAM S C, LUI A K, LEE L Y, *et al.* Evaluation of the user seal check on gross leakage detection of 3 different designs of N95 filtering facepiece respirators[J]. *American Journal of Infection Control*, 2016, 44(5):579-586. DOI: 10.1016/j.ajic.2015.12.013.
- [10] 中国财经报. 发改委回应口罩紧缺问题! 钟南山教你这样节约用口罩[N/OL].[2020-02-06]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1657496174276767303&wfr=spider&for=pc>.
- [11] WHO. Advice on the use of masks the community, during home care and in health care settings in the context of the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak (2020) [J/OL]. [2020-02-06]. [https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-the-community-during-home-care-and-in-health-care-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak-64k](https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-the-community-during-home-care-and-in-health-care-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak-64k).
- [12] 宋武慧, 潘滨, 阚海东, 等. 安全、便捷技术再生一次性使用医用口罩的实验研究[J]. *微生物与感染*, 2020, 15(1):26-36.
- [13] 浙江新闻客户端. 记者对话专家: 口罩可以重复使用吗? [EB/OL].[2020-02-06]. http://www.sohu.com/a/371287013_578930.
- [14] 复纳科学仪器. 一次性口罩能否消毒后重复使用? 扫描电镜的实验结果公布[EB/OL].[2020-02-06]. <https://www.instrument.com.cn/news/20200207/521465.shtml>.
- [15] 浩勤发现. 口罩「怪住戴」正确方法[EB/OL].[2020-02-06]. http://www.sohu.com/a/370068684_120068353.
- [16] CTgoodjobs. (防疫有法) 唔系蒸口罩! 台湾名医分析两个方法重用口罩方法[EB/OL].[2020-02-06]. <https://www.ctgoodjobs.hk/news/防疫有法-唔系蒸口罩-台湾名医分析两个方法重用口罩方法/938134754>.
- [17] Institute of Medicine 2006. Reusability of facemasks during an influenza pandemic; facing the Flu [M/OL]. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11637>.
- [18] 最钟山. (疫情防控) 口罩告急? 不必一次一换, 这样用, 一个顶 5 个! [EB/OL].[2020-02-06]. https://www.sohu.com/a/370141483_683291.
- [19] 广州卫生健康委员会. 直击——广州市八医院防治“新型肺炎”的“第二战场”! 附赠口罩使用处置方法[EB/OL]. [2020-02-06]. <http://static.nfapp.southcn.com/content/202001/28/c3030438.html>.
- [20] 李乐欣. (和你抗疫) 蒸口罩可吸入更多菌用紫外线会照碎微粒即报销[N/OL]. *苹果日报*. [2020-02-06]. <https://hk.appledaily.com/lifestyle/20200131/NZGTQDU-HYQWYOYIIZ6WPKVO6I4/>.
- [21] 叶纯宜, 林明滢, 陈小妮, 等. 紫外线杀菌效能探讨[J]. *感染控制杂志*, 2005, 15(5):293-300.
- [22] RABENAU H F, CINATL J, MORGENSTERN B, *et al.* Stability and inactivation of SARS coronavirus [J]. *Medical Microbiology and Immunology*, 2005, 194(1-2):1-6. DOI: 10.1007/s00430-004-0219-0.
- [23] 缪晓辉. 预防新型冠状病毒的个人防护[J]. *微生物与感染*, 2020, 15(1):21-25.
- [24] CHAN L M, LAM M Y, TONG K Y, *et al.* Review of the practice of face mask use among general public during non-pandemic period[J]. *American Journal of Infection Control*, 2017, 45(6):S163-S164. DOI: 10.1016/j.ajic.2017.04.232.
- [25] SUEN L K, SO Z Y, YEUNG S K, *et al.* Epidemiological investigation on hand hygiene knowledge and behaviour; a cross-sectional study on gender disparity[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1):401. DOI: 10.1186/s12889-019-6705-5.

(收稿日期:2020-02-08;修回日期:2020-02-14)

(本文编辑:刘晓联)