

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20207131

· 综述 ·

新冠肺炎疫情下产生气溶胶的医疗操作

黄文治^{1,3}, 赵海鸣², 付学勤¹, 乔 甫¹, 尹维佳¹, 宗志勇¹, 张 伟³

(1. 四川大学华西医院医院感染管理部, 四川 成都 610041; 2. 成都市第一人民医院院感科, 四川 成都 610016; 3. 四川大学华西医院医院管理研究所, 四川 成都 610041)

[摘要] 为做好新型冠状病毒肺炎疫情防控, 国家发布的相关文件指出在进行可能产生气溶胶的操作时使用医用防护口罩, 但哪些医疗操作能产生气溶胶, 产生气溶胶的操作是否都具有较高的风险, 并未明确提及。为此, 本文根据国内外相关指南及文献, 对气溶胶、产生气溶胶的医疗操作、高风险的医疗操作以及防护策略进行文献综述。

[关键词] 新型冠状病毒; 气溶胶; 产生气溶胶的操作; 个人防护

[中图分类号] R197.323

Aerosol-generating medical procedures during the epidemic of COVID-19

HUANG Wen-zhi^{1,3}, ZHAO Hai-ming², FU Xue-qin¹, QIAO Fu¹, YIN Wei-jia¹, ZONG Zhi-yong¹, ZHANG Wei³ (1. Department of Healthcare-associated Infection Management, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Healthcare-associated Infection Management, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610016, China; 3. Hospital Management Institute of West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

[Abstract] In order to prevent and control the epidemic of COVID-19, documents issued by China indicates that protective face masks are required to use when performing aerosol-generating procedures (AGPs). However, it is not explicitly mention that which medical procedures can produce aerosol and whether the AGPs are associated with increased risk of infection transmission. Therefore, according to domestic and foreign guidelines and related literatures, this paper conducts literature review on aerosol, AGPs, high-risk medical procedures, and protection strategy.

[Key words] SARS-CoV-2; aerosol; aerosol-generating procedure; personal protection

目前, 新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 在我国已引起八万余人感染, 四千余人死亡^[1]。根据中国疾病预防控制中心报告^[2], 其中医务人员感染人数已超过三千人。COVID-19 主要传播途径是经呼吸道飞沫和密切接触传播, 也存在经气溶胶传播的可能。《国家卫生健康委办公厅关于加强疫情期间医用防护用品管理工作的通知》(国卫办医函〔2020〕98 号)^[3] 以及《新型

冠状病毒感染的肺炎防控中常见医用防护用品使用范围指引(试行)》^[4] 指出, 医用防护口罩“原则上在发热门诊、隔离留观病区(房)、隔离病区(房)和隔离重症监护病区(房)等区域, 以及进行呼吸道标本采集、气管插管、气管切开、无创通气、吸痰等可能产生气溶胶的操作时使用”。但产生气溶胶操作的定义、种类以及风险性的高低, 并未明确提及。对呼吸道病毒包括新型冠状病毒 (SARS-CoV-2) 感染患者进

[收稿日期] 2020-08-13

[基金项目] 四川省科技厅应对新型冠状病毒科技攻关应急项目 (2020YFS0003); 新型冠状病毒肺炎疫情科技攻关项目 (HX-2019-nCoV-065)

[作者简介] 黄文治 (1985-), 男 (汉族), 甘肃省兰州市人, 主治医师, 主要从事多重耐药菌防控及手卫生研究。

[通信作者] 宗志勇 E-mail: zongzhiy@scu.edu.cn

行某些特定的医疗操作时,会形成气溶胶,这些气溶胶的重量较轻足以在空气中远距离播散。但在医疗环境中,这些操作在多大程度上导致了感染的传播尚不清楚。同时世界各国或机构发布的相关指南中,对与 COVID-19 相关的产生气溶胶的操作(aerosol-generating procedures, AGPs)进行了界定,但内容不尽相同。为此,本文根据国内外相关指南及文献,对气溶胶、AGPs、高风险的医疗操作以及减少感染风险的策略进行文献综述。

1 气溶胶及 AGPs

气溶胶是指悬浮在气体中的颗粒,包括固体颗粒物和液体颗粒物,其粒径介于 $0.001 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间^[5-6]。而生物气溶胶是指含有微生物和生物性物质的物质粒子,与气体介质组成的物质体系。这些粒子包括病毒、细菌、真菌、苔藓、酶、各种毒素等,可聚合在一起形成气溶胶,或以液体或固体颗粒为载体悬浮在气体中^[7]。空气动力学直径 $< 5 \sim 10 \mu\text{m}$ 的小颗粒可以长时间悬浮在空气中,具有潜在的短距离和长距离传播能力。空气动力学直径 $> 20 \mu\text{m}$ 的大飞沫则更容易在重力作用下沉降,直径为 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ 的颗粒可兼有前两者一些特性,沉降速度及可能携带的病原体量可介于两者之间^[5]。气溶胶也包括飞沫核,是呼出的呼吸道飞沫中水分在空气中快速蒸发之后形成的,这类小颗粒空气动力学直径 $< 10 \mu\text{m}$,也有研究认为 $< 5 \mu\text{m}$ ^[8]。

空气气流在液体表面移动时在气液界面处产生小颗粒,从而形成气溶胶,其粒径的大小与空气流速成反比。因此,如果某个操作或动作(包括说话、唱歌等)导致空气在呼吸道黏膜及上皮细胞移动,即可能产生气溶胶。在医院内 AGPs 被定义为可诱导产生各种大小的气溶胶(包括飞沫核)的医疗操作^[9],但目前各相关指南及文献仍未明确界定 AGPs 具体包括哪些,根据世界卫生组织(WHO)对于 AGPs 的定义整理 AGPs,见表 1。

AGPs 种类非常多样,以上列举仍可能不够全面,总体而言可将其分为两大类,即诱导性 AGPs 和机械性 AGPs。诱导性 AGPs 指相应操作能够刺激气道,引起患者咳嗽或喷嚏,从而产生生物气溶胶,如支气管镜检查、心肺复苏、气管插管、诱导痰等;而机械性 AGPs 指通过操作使气道产生气溶胶,如吸痰、雾化治疗、无创通气、高流量经鼻给氧等。

表 1 根据 WHO 对于 AGPs 的定义整理的 AGPs

Table 1 AGPs sorted out according to WHO definition of AGPs

类别	AGPs
检查/操作	肺通气功能检查、吸氧、支气管内麻醉、机械排痰、安置鼻胃管、鼻饲、喉镜、胃十二指肠镜检查、支气管镜检查、吸痰、诱导痰、牙科诊疗操作、雾化治疗、高流量经鼻给氧、有创/无创通气、气管切开/插管/拔管、心肺除颤/复苏、高频振荡/人工通气、操作两水平正压面罩、气管内吸引、尸体解剖、采集呼吸道标本等
手术	经内镜气管扩张术、经内镜气管内肿瘤切除术、经内镜支气管热成形术、经纤支镜肺活检术、经纤支镜支气管胸膜瘘堵塞术、颈部气管造口再造术、颈段食管食管瘘修补术、气管成形术、气管切开后气管导管更换、气管支架置入术、上颌面部耳鼻喉手术、部分神外科手术等

2 产生气溶胶的高风险操作

如每一种 AGPs 都要求佩戴医用防护口罩必然会加剧供需矛盾,影响医用防护口罩的有效利用。而且并不是每一种操作都会增加医务人员感染的风险,故有必要对这些 AGPs 的风险进行分级,如进行增加感染风险的操作则建议采用更高级别的防护(如佩戴医用防护口罩)。

关于 AGPs 是否增加医务人员感染风险的文献,主要集中在对严重急性呼吸综合征冠状病毒(SARS-CoV)的研究。Tran 等^[10]对可能产生气溶胶的操作,以及是否增加医务人员感染 SARS-CoV 的风险进行了系统综述,见表 2。纳入的文献中有 8 篇都涉及气管插管操作,且各文献的报道结果类似,医务人员插管过程中距离患者口腔近,操作时间长,患者呼吸道分泌物喷溅可能性大,气管插管导致医务人员感染 SARS-CoV 的风险增加,此较为明确。其他导致感染风险增加的操作包括无创机械通气、气管切开以及插管前人工通气($P < 0.05$),虽然这些 AGPs 报道的文献仅 1~2 篇,但这三类操作可能会加大呼吸道的压力,使呼吸道分泌物形成的气溶胶以更快的速度和更小的空气动力学直径喷射,再加上这些操作的管路或面罩等与患者之间形成的是非密闭回路,较大量的微小气溶胶溢散到空气中,从而增加医务人员感染 SARS-CoV 的风险,需给予高度的关注。其余 AGPs 均未明显增加感染 SARS-CoV 的风险($P > 0.05$)。各个国家/机构指南或规范中对 COVID-19 高风险 AGPs 的界定有所差异,见表 3。

表 2 AGPs 对医务人员感染 SARS-CoV 风险的影响

Table 2 Effect of AGPs on risk of SARS-CoV infection among health care workers

AGPs(研究方法)	OR (95% CI) #		AGPs(研究方法)	OR (95% CI) #	
	单一估计	合并估计; I ² (%)		单一估计	合并估计; I ² (%)
气管插管(队列研究)	3.0 (1.4~6.7) ^[11]	6.6 (2.3~18.9);39.6	安置鼻胃管(队列研究)	1.7 (0.2~11.5) ^[13]	1.2 (0.4~4.0);0
	22.8 (3.9~131.1) ^[12]		1.0 (0.2~4.5) ^[11]		
	13.8 (1.2~161.7) ^[13]		胸部按压(病例对照研究)	4.5 (1.5~13.8) ^[18]	
	5.5 (0.6~49.5) ^[14]		胸部按压(队列研究)	3.0 (0.4~24.5) ^[11]	1.4 (0.2~11.2);27.3
气管插管(病例对照研究)	0.7 (0.1~3.9) ^[15]	6.6 (4.1~10.6);61.4		0.4 (0.0*~7.8) ^[13]	
	9.2 (4.2~20.2) ^[16]		心脏除颤(队列研究)	0.5 (0.0*~12.2) ^[13]	2.5 (0.1~43.9);55.3
	8.0 (3.9~16.6) ^[17]		7.9 (0.8~79.0) ^[11]		
	9.3 (2.9~30.2) ^[18]		胸部理疗(队列研究)	1.3 (0.2~8.3) ^[13]	0.8 (0.2~3.2);0
插管前吸痰(队列研究)	13.8 (1.2~161.7) ^[13]	3.5 (0.5~24.6);59.2		0.5 (0.1~3.5) ^[11]	
	1.7 (0.7~4.2) ^[11]		高频振荡通气(队列研究)	0.7 (0.1~5.5) ^[12]	-
插管后吸痰(队列研究)	0.6 (0.1~3.0) ^[13]	1.3 (0.5~3.4);28.8	大流量吸氧(队列研究)	0.4 (0.1~1.7) ^[11]	-
	1.8 (0.8~4.0) ^[11]		气管切开(病例对照研究)	4.2 (1.5~11.5) ^[17]	-
雾化治疗(队列研究)	6.6 (0.9~50.5) ^[13]	0.9 (0.1~13.6);73.1	安置双水平正压面罩(队列研究)	4.2 (0.6~27.4) ^[13]	-
	0.1 (0.0*~1.0) ^[19]		气管内吸引(队列研究)	1.0 (0.2~5.2) ^[13]	-
	1.2 (0.1~20.7) ^[11]		有创通气(队列研究)	0.9 (0.4~2.0) ^[11]	-
安装氧气面罩(队列研究)	17.0 (1.8~165.0) ^[13]	4.6 (0.6~32.5);64.8	插管前人工通气(队列研究)	2.8 (1.3~6.4) ^[11]	-
	2.2 (0.9~4.9) ^[11]		插管后人工通气(队列研究)	1.3 (0.5~3.2) ^[11]	-
支气管镜检查(队列研究)	3.3 (0.2~59.6) ^[13]	1.9 (0.2~14.2);0	人工通气(队列研究)	1.3 (0.2~8.3) ^[13]	-
	1.1 (0.1~18.5) ^[11]		采集痰标本(队列研究)	2.7 (0.9~8.2) ^[11]	-
无创机械通气(队列研究)	2.6 (0.2~34.5) ^[12]	3.1 (1.4~6.8);0			
	3.2 (1.4~7.2) ^[11]				

注: #为纳入的研究包括病例对照研究和队列研究,作者对所有研究均计算 OR 值,故此处统一显示 OR 及其 95%CI; * 检验水准 a 为 0.01, ** 检验水准 a 为 0.02。

表 3 全球主要国家/机构相关指南中 COVID-19 高风险 AGPs 概览

Table 3 High risk AGPs of COVID-19 according to major countries or institutions around the world

操作/手术	加拿大 # [20]	加拿大 马尼托巴 [21]	澳大利亚 [22]	美国 [23]	中国 [4]	欧洲 CDC [24]	WHO [25]	爱尔兰 [26]	英国 [27]	合计次数
气管插管	√	√	√	√	√	√	√	√	√	9
无创通气/非侵入性正压通气	√	√	√	√	√	√	√	√	√	9
支气管镜检查	√	√	√	√	-	√	√	√	√	8
(插管前)人工通气	√	√	√	√	-	√	√	√	√	8
开放式吸痰	√	√	√	√	√*	√	-	√	√	8
心肺复苏	√	√	√	√	-	√	√	√	-	7
气管切开	-	√	√	-	√	√	√	√	√	7
诱导痰	√	√	√	√	-	-	-	√	√	6
气管拔管	-	√	√	√	-	-	-	√	√	5
尸体解剖	-	√	√	-	-	-	-	√	√	4
牙科诊疗操作	-	√	√	-	-	-	-	√	√	4
雾化治疗	√	√	-	-	-	√	-	-	-	3

续表 3 (Table 3, Continued)

操作/手术	加拿大 # [20]	加拿大 马尼托巴 [21]	澳大利亚 [22]	美国 [23]	中国 [4]	欧洲 CDC [24]	WHO [25]	爱尔兰 [26]	英国 [27]	合计次数
高流量经鼻给氧	-	-	√	-	-	-	-	√	√	3
手术(如神外手术、上颌面部耳鼻喉手术、涉及肺的胸部手术等)	-	-	√	-	-	-	-	√	√	3
涉及开放式吸痰的上消化道操作	-	-	√	-	-	-	-	√	√	3
高频振荡通气	-	-	-	-	-	-	-	√	√	2
断开呼吸机回路	-	-	√	-	-	√	-	-	-	2
喉镜检查	-	√	-	-	-	-	-	√	-	2
采集呼吸道标本	-	-	-	-	√	-	-	-	-	1
患者俯卧位体位摆放	-	-	-	-	-	√	-	-	-	1
环甲膜切开	-	-	-	-	-	-	-	√	-	1
支气管肺泡灌洗	-	√	-	-	-	-	-	-	-	1
经食道超声	-	-	-	-	-	-	-	√	-	1
纤维鼻咽喉镜吞咽功能检查	-	-	-	-	-	-	-	√	-	1

注: CDC 为疾病预防控制中心; √ 为 APGs, - 为未提及; # 为来自加拿大 2017 年更新的《预防医疗机构感染传播的常规实践及额外措施》, 未特别针对 COVID-19; * 为此处仅提到吸痰, 而不是开放式吸痰, 但仍归在该类 APGs 下。

2.1 气管插管 所有国家/机构相关指南均认为气管插管属于高风险 AGPs, 与 Tran 等^[10]系统综述结果相一致。

2.2 支气管镜检查 支气管镜检查被绝大多数国家/机构相关指南认为是高风险 AGPs, 但文献报道的证据支持不足, 表 2 中两篇分析性研究的结果都认为支气管镜检查不增加 SARS-CoV 感染的风险^[11-13]; 一篇描述性研究在摘要中提到在支气管镜检查后更可能医院感染 SARS-CoV, 但在正文中并未详细提及相关内容^[28]; 另有一篇关于流感的研究, 在支气管镜检查时采集空气检测, 结果显示与基线(无 AGPs)相比, 支气管镜检查能增加空气中的病毒量, 但与基线相比差异无统计学意义^[29]。

各国家/机构相关指南普遍认为支气管镜检查风险高, 且前述关于流感的研究提示该操作的确能产生气溶胶, 但其是否增加感染风险却在文献报道中未找到足够的证据支持, 可能是由于其前端有吸引孔, 可将呼吸道分泌物经由密闭管道抽吸出来, 较大程度地减少了气溶胶的量, 从而降低了感染风险。

2.3 心肺复苏 心肺复苏增加感染风险也被广泛接受, 而表 2 中相关研究均未呈现统计学差异, 仅搜到一篇描述性的病例报道, 医务人员在重症急性呼吸综合征(SARS)患者进行心肺复苏后发生了聚集性感染, 但除心肺复苏外还有气管插管等其他

操作^[30]。因此, 支气管镜检查、心肺复苏等 AGPs 与气管插管一起进行时, 可能会较大程度增加 SARS-CoV 感染的风险。

2.4 无创通气 虽无创通气在各国相关指南中仅澳大利亚、中国和 WHO 认为是高风险 AGPs, 但在 Tran 等^[10]系统综述中有证据支持, 其原因主要是各国家/机构相关指南对无创通气的具体划分不同, 非侵入性正压通气包括双水平正压通气(BiPAP)和持续气道正压通气(CPAP)也属于无创通气, 若将无创通气与非侵入性正压通气合并统计则在各国家/机构相关指南中出现的次数达 8 次。

2.5 开放式吸痰 根据 Tran 等^[10]系统综述, 吸痰不会增加 SARS-CoV 感染的风险, 但未明确指出是采用开放式吸痰还是密闭式吸痰。开放式吸痰能产生大量气溶胶且逸散到空气中, 笔者认为风险较高。

2.6 雾化治疗 尚未找到文献支持, 且各个国家/机构相关指南的意见也有差异, 如澳大利亚未将雾化治疗纳入高风险 AGPs, 也不建议对 COVID-19 患者采用雾化治疗; 英国和爱尔兰明确指出该操作可能产生气溶胶, 但不增加 SARS-CoV-2 感染风险。

2.7 采集呼吸道标本 呼吸道标本采集在各国间的差异较为明显, 仅中国指南将采集咽拭子作为高风险 AGPs。澳大利亚指南明确指出采集上呼吸道

标本的操作不属于 AGPs,爱尔兰指南认为该操作不会增加 SARS-CoV-2 感染风险,美国指南及欧洲 CDC 的高风险 AGPs 未提及采集咽拭子,但指出该操作可以引发咳嗽/喷嚏,可能产生气溶胶,建议戴外科口罩或医用防护口罩。而英国也对其指南进行修订,将采集咽拭子从“不增加感染风险的 AGPs”中剔除,建议佩戴外科口罩。

采集咽拭子是否能增加 SARS-CoV-2 感染的风险并未见文献提及,仅有一篇研究提到采集痰标本不会增加感染风险。笔者认为该操作根据 WHO 的定义应属于 AGPs,但其引起感染的风险较低。首先采集咽拭子是上呼吸道的操作,并没有明显增加气道压力,使得气流快速通过呼吸道;其次,采集时间仅持续数秒,医务人员可能的暴露时间非常短;最后,采集时可能引起患者干呕或咳嗽,有研究显示咳嗽时产生的气溶胶有 99.9% 都是由空气动力学直径超过 8 μm 的粒子组成^[31-32],这些粒子很快会沉降到地面,对于粒径较大的气溶胶医用外科

口罩也能起到有效防护。笔者在医务人员对 COVID-19 确诊患者采集咽拭子时近距离进行空气采样,经 SARS-CoV-2 核酸检测结果均为阴性,也提示采集咽拭子的感染风险较低(待发表)。

3 医用防护口罩和医用外科口罩

各个国家/机构指南均建议对于感染高风险的 AGPs 使用医用防护口罩,而我国指南规定采集呼吸道标本属于 AGPs,需要佩戴医用防护口罩,本院在 COVID-19 防控中的具体实践表明,各临床科室大都涉及为患者采集咽拭子进行 COVID-19 排查,造成医用防护口罩消耗极大,在物资紧缺的情况下是否适宜仍需要更多相关研究进一步证实。同时笔者也根据国家标准和行业标准将医用防护口罩和医用外科口罩进行了对比(见表 4),可知两者的主要差异在于颗粒过滤效率、密闭性以及防渗性(医用外科口罩优于医用防护口罩)。

表 4 医用防护口罩和医用外科口罩的参数对比

Table 4 Parameter comparison of medical protective mask and medical surgical mask

参数	医用防护口罩 ^[33] (GB 19083—2010)	医用外科口罩 ^[34] (YY 0469—2011)
一般要求	口罩应覆盖佩戴者的口鼻部,应有良好的面部密合性,表面不得有破洞、污渍,不应有呼气阀	口罩外观应整洁、形状完好,表面不得有破损、污渍;佩戴好后应能罩住佩戴者的鼻、口至下颌
鼻夹	口罩应配有鼻夹;鼻夹应具有可调节性	口罩上应配有鼻夹,鼻夹由可塑性材料制成;鼻夹长度应不小于 8 cm
口罩带	应调节方便;应有足够强度固定口罩位置。每根口罩带与口罩体连接点的断裂强力应不小于 10 牛顿(N)	应取戴方便,每根口罩带与口罩体连接点的断裂强力应不小于 10 N
过滤效率	在气体流量为 85 L/min 的情况下,口罩对非油性颗粒物过滤效率(PFE)符合三级,分别为≥95%~99%和 99.97%	在气体流量为 28.3 L/min 的情况下,细菌气溶胶(直径 3 μm)过滤效率(BFE)不小于 95%;PFE≥30%
泄漏性	无	无
呼吸阻力	在气体流量为 85 L/min 的情况下,口罩的吸气阻力不得超过 343.2 Pa	在气体流量为 8 L/min 的情况下,口罩的吸气阻力应不超过 49 Pa
合成血液穿透	将 2 mL 合成血液以 10.7 kPa 压力喷向口罩,口罩内侧不应出现渗透	2 mL 合成血液以 16.0 kPa 压力喷向口罩外侧面后,口罩内侧面不应出现渗透
表面抗湿性	口罩外侧面沾水等级应不低于 GB/T 4745—1997 中的 3 级	口罩外侧面沾水等级应不低于 GB/T 4745—1997 中的 3 级
微生物指标	口罩应符合 GB 15979—2002 中微生物指标的要求,包装标志上有灭菌或无菌字样的口罩应无菌	口罩应符合 GB 15979—2002 中微生物指标的要求,包装标志上有灭菌或无菌字样的口罩应无菌
环氧乙烷残留量	经环氧乙烷灭菌的口罩,其残留量应不超过 10 μg/g	经环氧乙烷灭菌的口罩,其残留量应不超过 10 μg/g
阻燃性能	所用材料不应具有易燃性;持续时间应不超过 5 s	所用材料不应具有易燃性;持续时间应不超过 5 s
皮肤刺激	口罩材料应无皮肤刺激反应	口罩材料应无皮肤刺激反应
密合性	应提供良好的密合性,口罩总适合因数应不低于 100*	无

注: * 为适合因数是人在佩戴口罩模拟作业活动过程中,定量测量口罩外部检测剂浓度与漏入内部的浓度比值。

一般认为医用防护口罩能提供更好的个人防护,但一项关于流感的随机对照试验(RCT)及系统综述结果显示,在预防流感方面医用防护口罩并不优于医用外科口罩,医用外科口罩能达到足够的防

护效果^[35-39]。其中一篇发表于 JAMA 的 RCT 研究^[35],将护士随机分配到医用防护口罩组和医用外科口罩组(除了结核病患者外所有 AGPs 均佩戴医用外科口罩),结果显示对于预防护士新发流感的

效果两组间未发现有差异(22.9% VS 23.6%, $P = 0.86$)。另一篇样本量更大的 RCT^[36] 将医务人员随机分为三组,分别为工作时佩戴医用防护口罩组、佩戴医用外科口罩组和条件性佩戴医用防护口罩组(如护理呼吸道疾病患者或 AGPs 时佩戴,其余时刻佩戴医用外科口罩),结果显示对于预防呼吸道病毒,佩戴医用外科口罩组与条件性佩戴医用防护口罩组、佩戴医用防护口罩组分别相比差异均无统计学意义(3.3% VS 3.3%, $P = 0.99$; 3.3% VS 2.2%, $P = 0.44$)。

4 其他减少 AGPs 感染风险的策略

除佩戴医用防护口罩外,其他减少 AGPs 感染风险的策略主要包括以下几点:(1)避免不必要的 AGPs,考虑是否有其他操作可以替代;(2)个人防护用品除医用防护口罩外,还需穿戴长袖防水隔离衣、防护面屏或护目镜、手套,并做好手卫生;(3)根据情况,适宜时对患者进行镇静处理;(4)在负压隔离房间内进行 AGPs,如无或条件不允许则在单间操作,操作时需关闭门窗,限制医务人员数在最低水平,并在门口悬挂标识提醒其他医务人员;(5)尽可能使用密闭式气管内吸引系统。

5 展望

对于 AGPs 仍需要更为确切明晰的定义。增加医务人员感染风险的 AGPs 相关文献都集中在对 SARS 的研究上,且经过 GRADE 分级均为极低证据质量,COVID-19 相关的 AGPs 有待更多的研究验证。

目前,尚未找到文献支持在 AGPs 中使用医用防护口罩预防医务人员呼吸道病毒感染的效果优于使用医用外科口罩,医用防护口罩与医用外科口罩效果的差异仍需更多的文献报道支持。

【参考文献】

[1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会卫生应急办公室. 截至 8 月 1 日 24 时新型冠状病毒肺炎疫情最新情况 [EB/OL]. (2020-08-02)[2020-08-02]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqtb/202008/9b9105cb658b482e8ed5bb5e27119024.shtml>.

[2] 环球时报. 中疾控报告称超 3000 医护人员感染 国家卫健委回应 [EB/OL]. (2020-02-17)[2020-06-12]. <http://news.sina.com.cn/c/2020-02-18/doc-iimxxstf2246974.shtml>.

shtml.

[3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 国家卫生健康委办公厅关于加强疫情期间医用防护用品管理工作的通知 [EB/OL]. (2020-02-04)[2020-06-12]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/202002/039b10b649c444d7b39ad8a8b62e1c60.shtml>.

[4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 国家卫生健康委办公厅关于印发新型冠状病毒感染的肺炎防控中常见医用防护用品使用范围指引(试行)的通知 [EB/OL]. (2020-01-27)[2020-06-12]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202001/e71c5de925a64eafbe1ce790debab5c6.shtml>.

[5] Tellier R, Li Y, Cowling BJ, et al. Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary [J]. BMC Infect Dis, 2019, 19(1): 101.

[6] Tang JW, Li Y, Eames I, et al. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in health-care premises [J]. J Hosp Infect, 2006, 64(2): 100-114.

[7] Palla F, Barresi G. Biotechnology and conservation of cultural heritage [M]. Switzerland: Springer International Publishing, 2017.

[8] Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, et al. 2007 guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in health care settings [J]. Am J Infect Control, 2007, 35(10 Suppl 2): S65-S164.

[9] World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic prone acute respiratory infections in health care [EB/OL]. (2014-04)[2020-06-12]. https://www.who.int/csr/bioriskreduction/infection_control/publication/en/.

[10] Tran K, Cimon K, Severn M, et al. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review [J]. PLoS One, 2012, 7(4): e35797.

[11] Raboud J, Shigayeva A, McGeer A, et al. Risk factors for SARS transmission from patients requiring intubation: a multicentre investigation in Toronto, Canada [J]. PLoS One, 2010, 5(5): e10717.

[12] Fowler RA, Guest CB, Lapinsky SE, et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome during intubation and mechanical ventilation [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2004, 169(11): 1198-1202.

[13] Loeb M, McGeer A, Henry B, et al. SARS among critical care nurses, Toronto [J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(2): 251-255.

[14] Scales DC, Green K, Chan AK, et al. Illness in intensive care staff after brief exposure to severe acute respiratory syndrome [J]. Emerg Infect Dis, 2003, 9(10): 1205-1210.

[15] Teleman MD, Boudville IC, Heng BH, et al. Factors associated with transmission of severe acute respiratory syndrome among health-care workers in Singapore [J]. Epidemiol Infect, 2004, 132(5): 797-803.

[16] 裴立英, 高占成, 杨震, 等. 医务人员感染严重急性呼吸综合

征影响因素的调查研究[J]. 北京大学学报(医学版), 2006, 38(3): 271-275.

- [17] Chen WQ, Ling WH, Lu CY, et al. Which preventive measures might protect health care workers from SARS? [J]. BMC Public Health, 2009, 9: 81.
- [18] Liu W, Tang F, Fang LQ, et al. Risk factors for SARS infection among hospital healthcare workers in Beijing: a case control study[J]. Trop Med Int Health, 2009, 14(S1): 52-59.
- [19] Wong TW, Lee CK, Tam W, et al. Cluster of SARS among medical students exposed to single patient, Hong Kong[J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(2): 269-276.
- [20] Public Health Agency of Canada. Routine practices and additional precautions for preventing the transmission of infection in healthcare settings: HP40-83/2013E-PDF[R/OL]. (2017-09-26)[2020-06-12]. <https://www.canada.ca/en/public-health/services/publications/diseases-conditions/routine-practices-precautions-healthcare-associated-infections.html>.
- [21] Shared Health Soins Communs Manitoba. COVID-19 provincial guidance for aerosol generating medical procedures (AGMPs)[EB/OL]. (2020-07-14)[2020-08-02]. <https://sharedhealthmb.ca/files/aerosol-generating-medical-procedures-AGMPs.pdf>.
- [22] Communicable Diseases Network Australia. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) CDNA. National guidelines for public health units[EB/OL]. (2020-06-30)[2020-08-02]. [https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/7A8654A8CB144F5FCA2584F8001F91E2/\\$File/COVID-19-SoNG-v3.7.pdf](https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/7A8654A8CB144F5FCA2584F8001F91E2/$File/COVID-19-SoNG-v3.7.pdf).
- [23] Centers for Disease Control and Prevention. Clinical questions about COVID-19: questions and answers[EB/OL]. (2020-05-29)[2020-06-12]. https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/faq.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fcoronavirus%2F2019-ncov%2Fhcp%2Finfection-control-faq.html.
- [24] European Centre for Disease Prevention and Control. Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings[EB/OL]. (2020-05-13)[2020-06-12]. https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-control-for-the-care-of-patients-with-2019-nCoV-healthcare-settings_third-update.pdf.
- [25] World Health Organization. Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected[EB/OL]. (2020-03-19)[2020-06-12]. <https://www.who.int/publications/i/item/10665-331495>.
- [26] Health Protection Surveillance Centre. Guidance on COVID-19 v2. 1. 26.05.2020; use of PPE to support Infection Prevention and Control Practice when performing aerosol generating procedures on confirmed or clinically suspected COVID-19 cases in a pandemic situation[EB/OL]. (2020-05-26)[2020-06-12]. <https://www.hpsc.ie/a-z/respiratory/coronavirus/novelcoronavirus/guidance/infectionpreventionandcontrolguidance/aerosolgeneratingprocedures/AGPs%20for%20confirmed%20or%20possible%20COVID19.pdf>.
- [27] Public Health England. COVID-19; infection prevention and control (IPC)[EB/OL]. (2020-01-10)[2020-06-12]. <https://www.gov.uk/government/publications/wuhan-novel-coronavirus-infection-prevention-and-control>.
- [28] Zhao Z, Zhang F, Xu M, et al. Description and clinical treatment of an early outbreak of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Guangzhou, PR China [J]. J Med Microbiol, 2003, 52(Pt 8): 715-720.
- [29] Thompson KA, Pappachan JV, Bennett AM, et al. Influenza aerosols in UK hospitals during the H1N1 (2009) pandemic - the risk of aerosol generation during medical procedures[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e56278.
- [30] Christian MD, Loutfy M, McDonald LC, et al. Possible SARS coronavirus transmission during cardiopulmonary resuscitation [J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(2): 287-293.
- [31] Duguid JP. The size and the duration of air-carriage of respiratory droplets and droplet-nuclei[J]. J Hyg (Lond), 1946, 44(6): 471-479.
- [32] Loudon RG, Roberts RM. Droplet expulsion from the respiratory tract[J]. Am Rev Respir Dis, 1967, 95(3): 435-442.
- [33] 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. 医用防护口罩技术要求: GB 19083—2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [34] 国家食品药品监督管理局. 医用外科口罩: YY 0469—2011 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [35] Loeb M, Dafoe N, Mahony J, et al. Surgical mask vs N95 respirator for preventing influenza among health care workers: a randomized trial[J]. JAMA, 2009, 302(17): 1865-1871.
- [36] Macintyre CR, Wang Q, Seale H, et al. A randomized clinical trial of three options for N95 respirators and medical masks in health workers[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 187(9): 960-966.
- [37] Smith JD, MacDougall CC, Johnstone J, et al. Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks in protecting health care workers from acute respiratory infection: a systematic review and Meta-analysis[J]. CMAJ, 2016, 188(8): 567-574.
- [38] Radonovich LJ Jr, Simberkoff MS, Bessesen MT, et al. N95 respirators vs medical masks for preventing influenza among health care personnel: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2019, 322(9): 824-833.
- [39] Long Y, Hu T, Liu L, et al. Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks against influenza: A systematic review and Meta-analysis[J]. J Evid Based Med, 2020, 13(2): 93-101.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式: 黄文治, 赵海鸣, 付学勤, 等. 新冠肺炎疫情下产生气溶胶的医疗操作[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(10): 938-944. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20207131.

Cite this article as: HUANG Wen-zhi, ZHAO Hai-ming, FU Xue-qin, et al. Aerosol-generating medical procedures during the epidemic of COVID-19[J]. Chin J Infect Control, 2020, 19(10): 938-944. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20207131.