

新型冠状病毒感染重型及危重型患者呼吸治疗相关操作防护措施专

家共识

中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组

通信作者：李洁，美国芝加哥 Rush 大学，60612，Email: Jie_Li@rush.edu；陈荣昌，深圳呼吸疾病研究所，518020，Email: chenrc@vip.163.com

【摘要】 自首例新型冠状病毒肺炎确诊以来，已有大量人传人的病例，其中超过 1700 例医护人员遭受了感染。对危重症患者进行呼吸治疗时有大量高危操作，例如气管插管、简易呼吸器辅助通气、无创正压通气、高流量鼻导管治疗、气管镜检查、吸痰以及转运等均可引起或加重患者气道内呼出病毒的大量传播。因此，我们根据目前最佳证据以及国内现有条件制定了本防范建议，旨在降低医护人员感染风险的同时为患者提供最佳治疗。

【关键词】 新型冠状病毒；重型及危重型感染患者；呼吸治疗；院内感染；防护措施

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2020.03.00

Expert consensus on preventing nosocomial transmission during respiratory care for critically ill patients infected by 2019 novel coronavirus pneumonia

Respiratory care committee of Chinese Thoracic Society

Corresponding authors: Jie Li, Rush university, Chicago, USA, 60612, Email: Jie_Li@rush.edu; Rongchang Chen, Shenzhen People's Hospital, Shenzhen Institute of Respiratory Disease, Shenzhen 518020, China, Email: chenrc@vip.163.com

【Abstract】 Definite evidence has shown that the novel coronavirus (COVID-19) could be transmitted from person to person, so far more than 1,700 bedside clinicians have been infected. A lot of respiratory treatments for critically ill patients are deemed as high-risk factors for nosocomial transmission, such as intubation, manual ventilation by resuscitator, noninvasive ventilation, high-flow nasal cannula, bronchoscopy examination, suction and patient transportation, etc, due to its high possibility to cause or worsen the spread of the virus. As such, we developed this consensus recommendations on all those high-risk treatments, based on the current evidence as well as the resource limitation in some areas, with the aim to reduce the nosocomial transmission and optimize the treatment for the COVID-19 pneumonia patients. Those recommendations include: (1) Standard prevention and protection, and patient isolation; (2) Patient wearing mask during HFNC treatment; (3) Using dual limb ventilator with filters placed at the ventilator outlets, or using heat-moisture exchanger (HME) instead of heated humidification in single limb ventilator with HME placed between exhalation port and mask; avoid using mask with exhalation port on the mask; (4) Placing filter between resuscitator and mask or artificial airway; (5) For spontaneous breathing patients, placing mask for patients during bronchoscopy examination; for patients receiving noninvasive ventilation, using the special mask with bronchoscopy port to perform bronchoscopy; (6) Using sedation and paralytics during intubation, cuff pressure should be maintained between 25-30 cmH₂O; (7) In-line suction catheter is recommended and it can be used for one week; (8) Dual-limb heated wire circuits are recommended and only changed with visible soiled; (9) For patients who need breathing support

during transportation, placing an HME between ventilator and patient; (10) PSV is recommended for implementing spontaneous breathing trial (SBT), avoid using T-piece to do SBT. When tracheotomy patients are weaned from ventilator, HME should be used, avoid using T-piece or tracheostomy mask. (11) Avoid unnecessary bronchial hygiene therapy; (12) For patients who need aerosol therapy, dry powder inhaler metered dose inhaler with spacer is recommended for spontaneous breathing patients; while vibrating mesh nebulizer is recommended for ventilated patients and additional filter is recommended to be placed at the expiratory port of ventilation during nebulization.

【Key words】 COVID-19; Severe and critical infections; Respiratory therapy; Nosocomial infection; Protective measures

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2020.03.00

自首例新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 确诊以来, 其在中国多个省市均有发病, 部分患者发展成重症和危重症型。重症患者多在发病 1 周后出现呼吸困难和 (或) 低氧血症, 严重者快速进展为急性呼吸窘迫综合征、脓毒症休克、难以纠正的代谢性酸中毒和出凝血功能障碍等, 因此呼吸支持治疗是重要的生命支持措施。医务工作者在实施呼吸治疗相关操作时被患者感染的风险较大, 规范防护措施可最大程度地减少医务人员感染的可能, 同时也降低医院交叉感染的发生率。近日武汉大学中南医院报道了 COVID-19 院内人与人之间传染率为 41%^[1]。目前国内医护人员感染 COVID-19 已逾 1 700 例。而呼吸治疗过程中有大量可能造成或加重病毒传播的高危操作, 为此我们结合目前现有证据及国内现有条件对临床常用的呼吸治疗操作提出如下防范建议 (图 1), 为一线医护工作人员提供参考。

建议一: 严格执行标准预防, 做好个人职业防护, 隔离患者。

COVID-19 传播源主要为被感染的患者, 其传播途径主要是呼吸道飞沫和接触传播, 密闭环境下高浓度气溶胶暴露也可能导致传播^[2]。标准预防措施^[3]在医院的所有区域都应被常规应用^[4], 并且应将患者进行接触隔离和飞沫隔离, 未建立人工气道的患者应该佩戴医用外科口罩。世界卫生组织 (WHO) 指南推荐医务人员进行能够产生气溶胶的治疗措施时应进行空气传播预防^[4], 根据广州抗击非典经验, 房间换气非常重要。ICU 气体更新率每小时 12 次以上, 当排气口在患者床头附近、送气口在医务人员进口处时有很好的防护效果。根据相关指南^[5-6], 推荐在隔离病房进行呼吸治疗相关操作时进行三级防护, 建议操作者戴圆帽、医用 N95 防护口罩 (佩戴后应做密闭性检查)、工作服、护目镜加防护面屏、乳胶手套、穿医用防护服 (可加一次性防渗透隔离衣)、鞋套/靴套, 必要时佩戴医用防护头罩。照护康复期 (两次核酸检测阴性) 患者时进行二级防护。

当条件受限, 需要关闭中央空调等通风设备的情况下将普通病房用来收治无创或 (和) 有创的 COVID-19 患者时应采取以下措施。

1. 患者集中管理, 无创通气或有创通气患者单间隔离, 无条件时每个病房收治不超过 2 例插管患者。无创通气与有创通气患者不应安置在同一房间。机械通气患者的隔离病房应规划于具备良好通风条件的角落房间。

2. 每日开窗通风。

3. 每日 2 次用 2000 mg/L 含氯消毒剂擦拭房间内仪器及床周。

4. 持续开启空气消毒机, 有条件时可用紫外线灯间断照射消毒。

5. 进出病房前后及时关门。

6. 尽量减少隔离病房滞留时间, 减少医务人员出入。

建议二: 经鼻高流量氧疗时使用减少气溶胶扩散的措施, 如患者佩戴医用外科口罩等。

气体流量超过患者吸气流量是经鼻高流量氧疗（high flow nasal cannula, HFNC）的一个重要特点，高流量可以提供充足的氧供，还可对上气道进行死腔冲刷^[7]。当在 45 L/min 流量时上气道死腔气体可在 500 ms 内被冲刷干净^[8]，Hui 等^[9]在体外模型中监测了经鼻高流量时呼出气体的扩散距离，结果发现，呼出气的扩散距离随着气体流量的增加而增加。另外，患者咳嗽也可明显增加呼气扩散距离，给模拟人佩戴口罩（尤其是 N95 口罩）后可明显降低呼气扩散距离^[10]。COVID-19 患者多存在咳嗽症状，因此，我们建议对于这类患者使用 HFNC 时应佩戴医用外科口罩并尽量闭口经鼻呼吸（图 2）。此外，研究结果显示高流量鼻导管连接松动是造成患者呼气扩散距离明显增加的重要原因^[9]，因此，在使用 HFNC 应注意紧密连接鼻导管，临床使用时由于管路自身有一定重量，有时会拉扯鼻导管造成移位，可通过固定夹或挂绳固定管路以减轻管路重量。高流量鼻塞导管型号的选择原则是导管直径应小于等于患者鼻孔的 50%。

建议三：无创通气时使用密闭式面罩并使用病毒过滤功能的热湿交换器（heat and moisture exchanger, HME），或应用可在吸气和呼气端放置过滤器的双管路呼吸机；面罩贴合面部紧密，避免非故意漏气。面罩佩戴和摘除前设置呼吸机于待机状态。

无创通气时在负压病房患者呼出气体可扩散到周围 1 m 范围^[11]，因面罩漏气孔的不同，呼出气的扩散距离存在差异，并且随着设置压力的升高扩散距离也会增加^[11,12]。体内研究结果显示，无创通气时可以在 20 cm 范围外增加平均直径 $>10\ \mu\text{m}$ 的液滴的表面沉积^[13]。鉴于新冠病毒的易传染性和传播途径与严重急性呼吸综合征（SARS）相似，我们参照 SARS 的预防建议：照护无创通气患者时医护人员应该做好三级防护措施^[14]。使用单管路无创通气时应避免选用带呼气阀的面罩（图 3A），尽量使用密闭式面罩外接呼气阀并且两者间串联带病毒过滤功能的 HME^[13]（图 3B），并且避免使用加热湿化器；如患者确需使用加热湿化，例如需要长时间使用无创通气（ $>24\ \text{h}$ ）且无法耐受脱离无创通气进行饮水、口腔护理、咳痰等操作，以及合并细菌感染并且气道分泌物黏稠的患者，可考虑使用带无创通气功能的双回路呼吸机，因为其可对吸入气体进行加热湿化并且在呼气端可安装病毒过滤器（图 3C），从而减少无创通气时患者呼出气里的气溶胶污染室内环境^[15]。无论使用哪种呼吸机，都应在使用过程中密切注意过滤器的状态，如有污染或者冷凝水沉积导致呼吸机送气不畅、患者呼气阻力增加，应及时更换过滤器。无创通气时应该保证面罩和脸部的紧密贴合以减少非故意漏气。患者需要咳痰时应及时停机摘除面罩，面罩中有痰液时要及时清理并用 75%酒精擦拭消毒。为避免患者的飞沫或呼出气气溶胶污染环境，可以在面罩佩戴和摘除前设置呼吸机于待机状态。最新一项针对急性缺氧性呼吸衰竭的大规模研究结果显示，在无创通气间歇期使用高流量鼻导管而非普通氧疗方式，可明显提高无创通气的成功率^[16]。因此建议在有条件的情况下，可交替使用无创通气和高流量鼻导管，增加患者的舒适度并提高无创通气的成功率。

建议四：使用简易呼吸器时需保证固定面罩的手法和力度正确，并避免呼吸不同步；面罩和简易呼吸器之间串联病毒过滤器。

简易呼吸器手动通气是飞沫或气溶胶传播的高风险操作^[17]，在一项模拟人的研究中发现简易呼吸器面罩和患者面部贴合不严密是飞沫或气溶胶播散的重要原因^[18]，这提示我们手动通气时需要熟练的人员操作以保持贴合密闭和呼吸同步，研究结果还提示当正确操作时面罩和简易呼吸器之间串联呼吸过滤器可以显著降低患者的飞沫或呼出气气溶胶的泄露。建议使用时在简易呼吸器与面罩或者人工气道之间增加过滤器（图 4），以降低患者气道内的病毒扩散到室内空气中。简易呼吸器应做到专人专用，常规配置在具有人工气道患者的床旁，并且每次使用完毕后应使用 75%酒精擦拭消毒，在终末消毒时应先用 75%酒精擦拭后再作灭菌处理。

建议五：推荐使用带有电子屏的可视支气管镜做气管镜检查，检查前适当镇静（机械

通气患者可使用肌肉松弛剂), 采用减少患者气溶胶扩散的预防措施, 如患者戴口罩、口腔负压空气吸引或保持呼吸回路密闭等。对于正在接受无创通气的患者, 建议选择带气管镜检查通道的面罩以提供完成气管镜的同时保证呼吸支持。

应严格掌握支气管镜检查操作指征, 避免非必要操作。使用时除规范管理气管镜的措施外^[19], 应该进行三级防护, 有条件时操作者应佩戴动力型正压空气净化头罩^[20]。气管镜检查前应适当镇静(机械通气患者可使用肌肉松弛剂)以减少咳嗽咳痰及不耐受性。无人工气道患者应在充分局部麻醉下经鼻进气管镜时戴口罩遮住口腔(图 5), 必要时可加负压吸引管形成局部负压清除患者咳出的飞沫^[18]。对于正在接受无创通气的患者, 可换用带气管镜入口的无创通气面罩后经该入口进行气管镜检查, 可保障患者通气氧合需求的同时进行气管镜检查, 从而避免检查过程中通气或氧合恶化^[21,22]; 同时使用面罩又能尽量减少患者的飞沫或呼出气溶胶污染环境(图 6)。如果没有该类面罩, 则可利用三通接头连接简易呼吸器的面罩后经吸痰孔处插入气管镜(图 7A)。有人工气道的患者可经呼吸回路延长管的吸痰孔处进气管镜以保持回路的密闭性(图 7B), 降低患者气溶胶外排的风险。气管镜检查结束后应立即插入 75%酒精瓶内进行负压吸引以清洁和消毒气管镜吸引管道, 同时用 75%酒精擦拭气管镜表面, 然后在将气管镜用密封袋密封后送灭菌处理。

建议六: 气管插管时推荐使用可视喉镜或可视支气管镜, 使用镇静剂联合肌肉松弛剂的快速诱导麻醉方案以降低患者咳嗽力度, 并实施减少患者气溶胶播散的措施, 如口腔和气管导管内负压吸引或经鼻气管插管时给患者佩戴口罩。可使用带气管插管或气管镜检查通道的面罩在无创通气进行呼吸支持的同时完成经鼻气管插管。对患者行气管切开前, 应仔细权衡风险与受益。人工气道的气囊压力应维持于 25~30 cmH₂O 并常规监测气囊压力。

一项回顾性系统性评价研究结果显示, 在医疗活动中气管插管、无创通气、气管切开手术以及气管插管前的手动通气均可以增加医疗照护相关人员感染 SARS 的风险, 多项研究得出一致结论: 气管插管与之具有显著相关性^[17]。虽然该研究中纳入研究的质量等级较低, 然而, 鉴于当时 SARS 疫情的发展和时间的局限性, 要进行较高质量的前瞻性随机对照研究的可行性较小, 所以作者认为该系统评价研究在 COVID-19 的传播预防方面仍有一定的参考价值。

有模型研究结果显示, 无论是否存在人工气道, 患者咳嗽时喷出气体弥散距离受咳嗽力度影响显著, 例如未插管时正常咳嗽时可喷射距离达 (860±93) mm, 而中度咳嗽时距离为 (298±43) mm, 另外当在咳嗽时将持续负压吸引 (-45 kPa) 放入口腔或气管插管内时可以降低超过 32%的气溶胶弥散^[18]。该研究结果提示, 当进行易产生气溶胶的治疗操作比如气管插管时应适当抑制患者的咳嗽力度, 如使用镇静剂甚至肌肉松弛剂以减少患者体内气溶胶的向外扩散, 同时经口插管时使用可视喉镜并进行口腔和气管内的负压吸引可减少医护人员暴露的风险, 如经鼻气管插管时可以给患者佩戴口罩并进行口腔负压吸引(图 5)。经鼻气管插管时建议选择可视支气管镜引导下经鼻气管插管, 此方法可以使操作者与患者保持相对更远距离, 有可能降低操作者暴露在患者咳出的气溶胶内的风险。广州呼吸疾病研究所自主研发了带有气管插管或气管镜检查通道的无创面罩(图 6), 可保证患者在接受无创通气的同时经过该通道插入气管镜并引导经鼻气管插管。与常规插管过程相比, 该方式可明显降低呼吸衰竭危重症患者气管插管过程中的低氧血症的发生率^[22]。另外, 在应对呼吸道传染病时该面罩还能够密闭气道, 很好地发挥保护医护人员的作用。有条件时医护人员可佩戴动力型正压空气净化头罩进行插管^[20]。气管切开是医护人员被感染的高风险因素^[17], 可考虑适当延长经口或经鼻插管的带管时间以减少气管切开操作, 做气管切开前应该仔细权衡风险与受益并做好三级防护。

人工气道(气管插管或气管切开)建立后, 应将气囊压力维持于 25~30 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa) 并使用气囊测压表常规(每 6~8 h)监测 1 次, 以保障有效通气并减少

因气囊密闭不严造成的误吸及漏气污染环境,同时也降低气囊过度充气导致的气道黏膜压迫损伤。

建议七: 按需吸痰, 无需频繁定期更换密闭式吸痰装置, 可连续使用 1 周。

一项关于 SARS 的回顾性分析研究结果显示,插管前和插管过程中吸痰操作的护理人员比未做过吸痰操作的护理人员感染 SARS 的风险增加了 4 倍^[23], 作者认为有些照护人员当时并不知道所照护的是 SARS 患者而未能做好职业防护。这提示我们即使是面对疑似患者, 医护人员吸痰操作时也应做好个人防护。我们建议有创通气患者使用密闭式吸痰装置, 使用前应确保装置连接紧密无破损; 值得注意的是, 密闭式吸痰管无需定期更换, 每次吸痰后使用无菌盐水或灭菌注射用水通过侧方冲洗孔冲洗干净(图 8), 密闭式吸痰管可连续使用 1 周后再考虑更换^[24,25]。应该按需吸痰, 定时评价吸痰指征, 如患者咳嗽, 听诊是否有痰鸣音, 及呼吸机监测显示气道压增高和潮气量降低等。

建议八: 机械通气时保持呼吸回路的密闭, 送气和呼气端均配置病毒过滤器; 建议使用一次性双加热导丝呼吸回路, 无明显污染时呼吸回路不必常规更换。使用空气压缩机或涡轮增加器的呼吸机应常规检查自身配置的病毒过滤器并常规更换。

有关研究结果显示,雾化时呼气端不加过滤器比加过滤器排出的气溶胶颗粒高 160 倍^[26]。医务人员暴露于二手或呼出雾化药物以及患者飞沫中所致的风险在医源性药物损伤中所占比例超过 45%。所以在 COVID-19 肺炎患者进行机械通气时, 建议在呼吸回路呼气端加病毒过滤器以减少患者呼出气体对环境的污染, 但需要关注呼气阻力的变化, 当呼气阻力增高时需要更换过滤器。需要注意的是, 有的呼吸机自配可重复使用的高效率过滤器, 例如 PB840、PB980 等, 一般使用时无需额外增加过滤器, 只需在雾化吸入时在呼气端额外再增加一个过滤器; 而大多数呼吸机没有配置呼气过滤器, 例如德尔格、西门子等, 应当常规在呼气端加用病毒过滤器, 根据过滤器上的冷凝水残留情况以及患者的呼气阻力决定是否更换过滤器, 如有呼气阻力升高或者出现气道陷闭应及时更换(图 9)。更换过滤器时应加快速度以减少患者呼出气体对环境的污染。呼吸机使用过程中避免呼吸机管路的断开, 呼吸机管路无明显污染情况下不必常规更换^[27]。研究结果显示, 频繁更换呼吸回路有增加呼吸机相关性肺炎(ventilator associated pneumonia, VAP)的趋势^[28], 同样也会增加患者气道内的病毒暴露于周围环境的风险。呼吸机管路内形成的冷凝水可能带有病毒, 为避免或减少冷凝水的产生可选择一次性使用的双回路加热导丝管路。只有使用不带加热导丝的管路时, 需在呼吸机管路内加用冷凝水集水杯并及时倾倒, 冷凝水需要做无害化处理。呼吸机的内气路消毒, 如德尔格 Savina、伟康 esprit 等涡轮呼吸机和使用空气压缩机的呼吸机有内部病毒过滤器者应常规更换, COVID-19 患者使用完毕后立即更换。而其他使用中心供氧和中心供气的呼吸机则由于使用的是医用无菌气体, 并且呼吸机吸气和呼气端均配置病毒过滤器, 患者呼气病毒返流回呼吸机内部管路的可能性不大, 因此无需内气路消毒。

建议九: 尽量避免机械通气患者转运, 必要时应做好充足准备。

实施转运前应做好准备工作, 提前规划转运路径。呼吸机相关准备操作包括清理呼吸回路内冷凝水及患者气道、口腔分泌物, 转运呼吸机连接回路各部分连接紧密防止意外断开, 呼吸机回路与气管插管之间加用带病毒过滤器功能的 HME(图 10), 当有密闭式吸痰装置时不必拆下。转运过程中可适当镇静以减少人机对抗, 避免刺激性咳嗽。建议使用一次性管路, 使用完毕后立即按照医用垃圾处理。同时对呼吸机进行全面消毒, 包括使用 75%酒精或者 1000 mg/L 含氯消毒剂擦拭呼吸机和氧气罐的表面, 而对于传感器、呼气阀等可使用 75%酒精浸泡 30 min。

建议十: 有创通气患者撤机前自主呼吸试验(SBT)使用呼吸机压力支持方式(PSV), 避免使用 T 管方式; 拔管前应跟患者解释取得配合, 提前做好序贯呼吸支持设备; 操作人员采取三级防护措施。气管切开患者撤离机械通气后建议使用人工鼻。

2017年ATS撤机指南依据中等质量证据推荐SBT使用PSV方式^[29]，近期Subira等^[30]的一项多中心随机对照研究结果显示有创通气患者自主呼吸试验时，PSV（30 min）的SBT方式比T管（2 h）的SBT方式拔管成功率更高。对于COVID-19的传播预防而言，PSV方式比T管方式更具有密闭性能而减少气溶胶播散的风险。拔管前跟患者沟通解释操作目的和流程以取得配合，并备好序贯呼吸支持设备。气管插管的拔除会不可避免的刺激患者咳嗽咳痰，可在拔管时除常规操作外，口腔内加负压吸引，并遮盖治疗巾或者一次性床罩防止飞沫扩散（图11）。有慢性心肺基础疾病患者应充分评估心肺的代偿功能，并选择无创或HFNC序贯支持通气。操作人员使用三级防护措施，有条件者可佩戴动力型正压空气净化头罩。

气管切开患者在脱离机械通气后可能还需要保留切开套管一段时间，因此建议使用人工鼻以提供气道温化。如果患者具备气道保护能力，应将气囊完全放气，如果需要的话，在气囊放气后可以利用上气道提供氧疗；如果患者需要保持气囊充气以防止误吸，则可将气切面罩连接文丘里装置后扣在人工鼻上以提供氧疗。

建议十一：急性期减少不必要的胸部物理治疗和咳痰机辅助咳痰等促进气溶胶播散的操作。

Simonds等^[13]的体内研究结果显示，物理治疗可以增加平均直径 $>10\ \mu\text{m}$ 的飞沫产生并可沉积于周围环境1 m的范围内。虽然有回顾性研究结果显示胸部物理治疗并没有增加护理人员SARS的感染风险^[23]，但这可能得益于严密的防护措施。因此，鉴于其增加了飞沫产生的事实，应避免不必要的胸部物理治疗。确有需要治疗者，医护人员应当做好防范并给患者佩戴口罩。体位引流时可能会刺激患者咳嗽咳痰，无人工气道的患者推荐佩戴医用外科口罩，患者咳痰时口罩内使用纸巾遮盖口鼻并擦拭干净；有人工气道者使用密闭式吸痰装置，并及时负压吸引口鼻分泌物。

建议十二：单纯COVID-19患者应尽量避免不必要的雾化吸入治疗。合并慢阻肺或哮喘患者确需雾化吸入时，首选干粉吸入器和压力定量吸入器+储雾罐；机械通气者推荐使用振动筛孔雾化器，安置于湿化罐的进气端并无需取下。雾化吸入过程中呼气端的病毒过滤器不应取下。

流感病毒的气溶胶空气动力学传播研究结果显示，在流感患者咳出的气溶胶中，65%的流感病毒RNA存在于空气动力学直径 $<4\ \mu\text{m}$ 的气溶胶微粒中^[31]，而这些气溶胶微粒都可被吸入人体内，冠状病毒感染时可能与之类似。虽然雾化时扩散出的药物气溶胶要比患者体内排出的气溶胶微粒传播疾病的风险小，但是雾化时产生的气溶胶可以携带患者呼出气体所带病毒，因此在疫情爆发期间应该减少不必要的雾化吸入，以降低气溶胶微粒传播疾病的风险。有研究结果显示，即使在负压病房内使用喷射雾化吸入治疗时，随着浅快呼吸程度的增加，气溶胶微粒从雾化器面罩侧孔扩散的最大距离也在增加（0.45~0.80 m）^[32]。因此，如确需雾化吸入时，推荐自主呼吸患者使用主动吸气驱动的雾化装置（如干粉吸入器），或者按次数定量吸入的装置[如压力定量吸入器（pMDI）]，两者吸入完毕后用75%酒精擦拭口含嘴即可。使用pMDI时，推荐加用储雾罐，储雾罐专人专用。储雾罐终末消毒可用75%酒精浸泡。对于需要雾化吸入治疗的机械通气患者，推荐使用振动筛孔雾化器并将T管放置于呼吸机湿化罐的进气端^[33]（图12），雾化结束后雾化器留置于回路中以便下次使用，雾化时只需将药物通过雾化器开口置于雾化杯中即可。如果雾化治疗时间长（ $>30\ \text{min}$ ）或者次数多（4~6次/d），建议雾化吸入时在呼吸机送气端加用病毒过滤器以避免雾化药物进入呼吸机内部影响呼吸机性能，严密观察气道阻力的变化。雾化吸入治疗时医护人员应该遵从建议一的防护措施。

执笔人：景国强（滨州医学院附属医院）、倪忠（四川大学华西医院）、何国军（浙江大学医学院附属第一医院）

参与讨论人员：海军军医大学第一附属医院（张伟）；中南大学湘雅医院（方毅敏、陆

蓉莉); 滨州医学院附属医院 (王涛、王晓芝); 中国医科大学附属第一医院 (代冰); 西安医学院附属第一医院 (王胜昱); 湖南省人民医院 (韩小彤); 四川大学华西医院 (罗凤鸣、梁宗安); 美国芝加哥 Rush 大学 (李洁); 深圳呼吸疾病研究所 (陈荣昌)

武汉抗疫一线人员: 景国强、倪忠、何国军、张伟、方毅敏、罗凤鸣

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Wang D, Hu B, Hu C, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in wuhan, china[J]. JAMA, 2020. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1001/jama.2020.1585.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案 (试行第六版) [EB/OL]. 2020-02-18.
<http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440.shtml>.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 病区医院感染管理规范 ws/t510-2016[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16 (3):289-292. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2017.03.026.
- [4] WHO. Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (ncov) infection is suspected (interim guidance)[J]. 2020.
<https://www.who.int/docs/defaultsource/coronaviruse/20200126-ncov-ipc-during-health-care.pdf>.
- [5] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 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) [EB/OL]. 2020-1-26.
<http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202001/e71c5de925a64eafbe1ce790debab5c6.shtml>.
- [6] 靳英辉, 蔡林, 程真顺, 等. 新型冠状病毒 (2019-nCoV) 感染的肺炎诊疗快速建议指南 (标准版) [J]. 解放军医学杂志, 2020-02-02.
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1056.r.20200201.1338.003.html>.
- [7] Biselli P, Fricke K, Grote L, et al. Reductions in dead space ventilation with nasal high flow depend on physiological dead space volume: Metabolic hood measurements during sleep in patients with copd and controls[J]. Eur Respir J, 2018, 51(5):1702251. DOI: 10.1183/13993003.02251-2017.
- [8] Moller W, Feng S, Domanski U, et al. Nasal high flow reduces dead space[J]. J Appl Physiol (1985), 2017, 122(1):191-197. DOI: 10.1152/jappphysiol.00584.2016.
- [9] Hui DS, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during high-flow nasal cannula therapy versus cpap via different masks[J]. Eur Respir J, 2019, 53(4). DOI: 10.1183/13993003.02339-2018.
- [10] Hui DS, Chow BK, Chu L, et al. Exhaled air dispersion during coughing with and without wearing a surgical or n95 mask[J]. PLoS One, 2012, 7(12):e50845. DOI: 10.1371/journal.pone.0050845.
- [11] Hui DS, Chow BK, Ng SS, et al. Exhaled air dispersion distances during noninvasive ventilation via different respironics face masks[J]. Chest, 2009, 136(4):998-1005. DOI: 10.1378/chest.09-0434.
- [12] Hui DS, Hall SD, Chan MT, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation: An experimental model to assess air and particle dispersion[J]. Chest, 2006, 130(3):730-740. DOI: 10.1378/chest.130.3.730.
- [13] Simonds AK, Hanak A, Chatwin M, et al. Evaluation of droplet dispersion during non-invasive ventilation, oxygen therapy, nebuliser treatment and chest physiotherapy in clinical practice: Implications for management of pandemic influenza and other airborne infections[J]. Health Technol Assess, 2010, 14(46):131-172. DOI: 10.3310/hta14460-02.
- [14] 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. DOI: 10.1164/rccm.200305-715OC.

- [15] Esquinas AM, Egbert Pravinkumar S, Scala R, et al. Noninvasive mechanical ventilation in high-risk pulmonary infections: A clinical review[J]. *Eur Respir Rev*, 2014, 23(134):427-438. DOI: 10.1183/09059180.00009413.
- [16] Thille A W, Muller G, Gacouin A, et al. Effect of postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure: A randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 322(15):1465-1475. DOI: 10.1001/jama.2019.14901.
- [17] 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. DOI: 10.1371/journal.pone.0035797.
- [18] Chan MTV, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during bag-mask ventilation and sputum suctioning - implications for infection control[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):198. DOI: 10.1038/s41598-017-18614-1.
- [19] 施荣梅, 刘文莉, 刘春芳, 等. 气管镜室医院内感染的相关因素分析和预防[J]. *中国医药指南*, 2011, 9(14):30-31. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8194.2011.14.016.
- [20] 田丰, 王政, 杨荆泉, 等. 正压送风过滤式防护头罩防护性能研究[J]. *生物医学工程学杂志*, 2006, 23(4):766-769. <http://www.cqvip.com/QK/71135X/201107/22507581.html>
- [21] 中华医学会呼吸病学分会介入呼吸病学学组. 2019 新型冠状病毒感染疫情防控期间开展支气管镜诊疗指引 (试行) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43(00): E006-E006. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2020.0006.
- [22] Nong L, Liang W, Yu Y, et al. Noninvasive ventilation support during fiberoptic bronchoscopy-guided nasotracheal intubation effectively prevents severe hypoxemia[J]. *J Crit Care*, 2019, 56:12-17. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.jcrc.2019.10.017.
- [23] Loeb M, Mcgeer A, Henry B, et al. Sars among critical care nurses, toronto[J]. *Emerg Infect Dis*, 2004, 10(2):251-255. DOI: 10.3201/eid1002.030838.
- [24] Kollef M H, Prentice D, Shapiro S D, et al. Mechanical ventilation with or without daily changes of in-line suction catheters[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997, 156(2 Pt 1):466-472. DOI: 10.1164/ajrccm.156.2.9612083.
- [25] 鲁梅珊, 余昆容, 李洪娜, 等. 密闭式吸痰装置更换频率对呼吸机相关性肺炎影响的 Meta 分析[J]. *中华护理杂志*, 2018, 53(9):1122-1126. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2018.09.021.
- [26] Ari A, Fink J, Pilbeam S. Secondhand aerosol exposure during mechanical ventilation with and without expiratory filters: An in-vitro study[J]. *Ind J Res Care*, 2016, 5(1):677-682. https://scholarworks.gsu.edu/rt_facpub/9/.
- [27] 王辰. 呼吸治疗教程[M]. 第 1 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 233-234.
- [28] Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: A systematic review and meta-analysis[J]. *Respir Care*, 2010, 55(4):467-474. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20406515>.
- [29] Schmidt GA, Girard TD, Kress JP, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: Executive summary of an official american college of chest physicians/american thoracic society clinical practice guideline[J]. *Chest*, 2017, 151(1):160-165. DOI: 10.1016/j.chest.2016.10.037.
- [30] Subira C, Hernandez G, Vazquez A, et al. Effect of pressure support vs t-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: A randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 321(22):2175-2182. DOI:

10.1001/jama.2019.7234.

[31] Lindsley WG, Blachere FM, Thewlis RE, et al. Measurements of airborne influenza virus in aerosol particles from human coughs[J]. PLoS One, 2010, 5(11):e15100. DOI: 10.1371/journal.pone.0015100.

[32] Hui DS, Chow BK, Chu L CY, et al. Exhaled air and aerosolized droplet dispersion during application of a jet nebulizer[J]. Chest, 2009, 135(3):648-654. DOI: 10.1378/chest.08-1998.

[33] Ari A, Atalay OT, Harwood R, et al. Influence of nebulizer type, position, and bias flow on aerosol drug delivery in simulated pediatric and adult lung models during mechanical ventilation[J]. Respir Care, 2010, 55(7):845-851. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20587095>

(收稿日期: 2020-02-15)

(本文编辑: 吕小东)



中华医学会

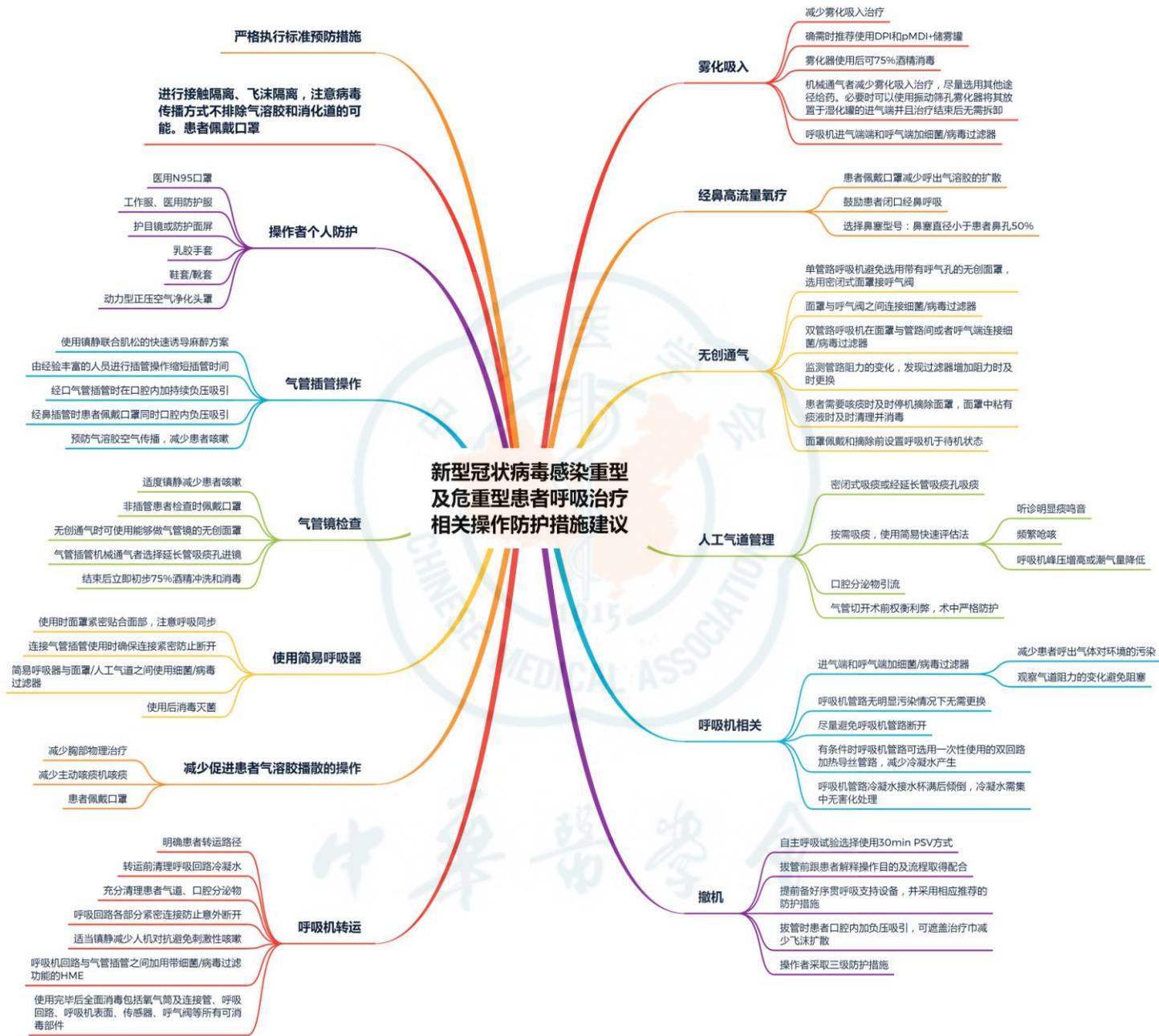


图1 新型冠状病毒感染重症及危重症患者呼吸治疗相关操作防护措施概览



图2 高流量鼻导管氧疗（HFNC）时佩戴医用外科口罩

中藥醫學會

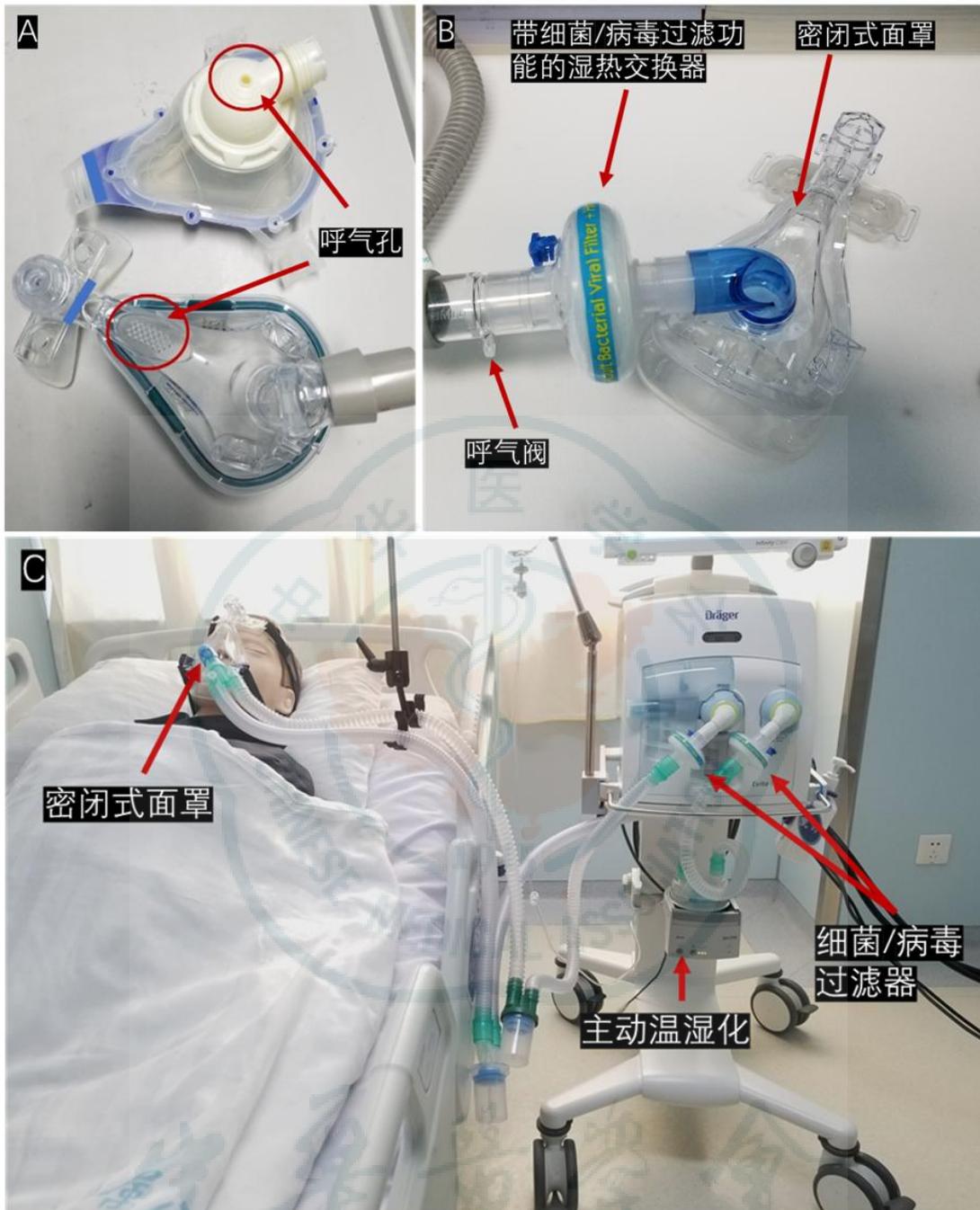


图3 图3A为带呼气阀的面罩，图3B为密闭式面罩，图3C为使用双管路危重症呼吸机进行无创通气时的面罩选择和病毒过滤器的连接



图4 简易呼吸器的病毒过滤器连接方式

中華醫學會



图 5 气管镜检查或插管操作时患者气溶胶播散预防，口罩及负压吸引

CHINESE MEDICAL ASSOCIATION
1915
中藥醫學會



图 6 带气管镜检查通道的无创面罩

中华医学会
CHINESE MEDICAL ASSOCIATION
1915
中 華 醫 學 會

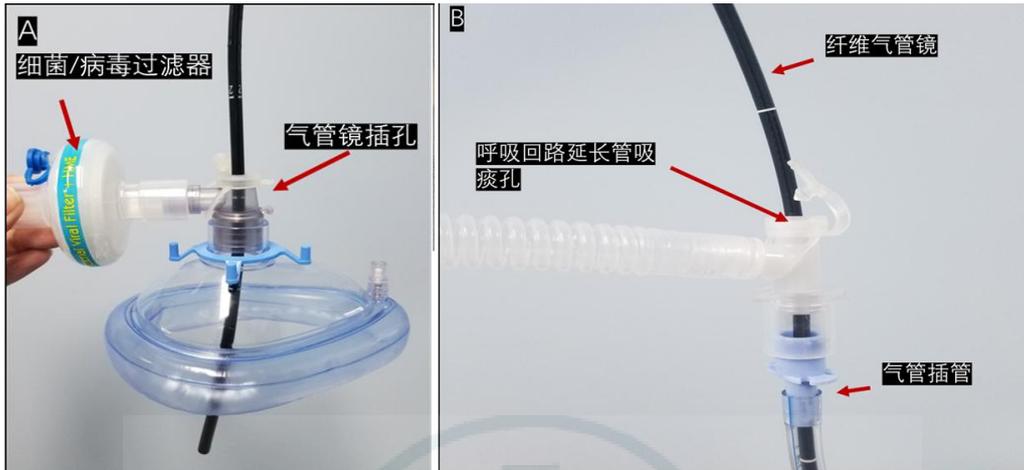


图7 图7A为经三通接头的吸痰孔连接无创面罩插入气管镜，图7B为经延长管三通接头处吸痰孔插入气管镜



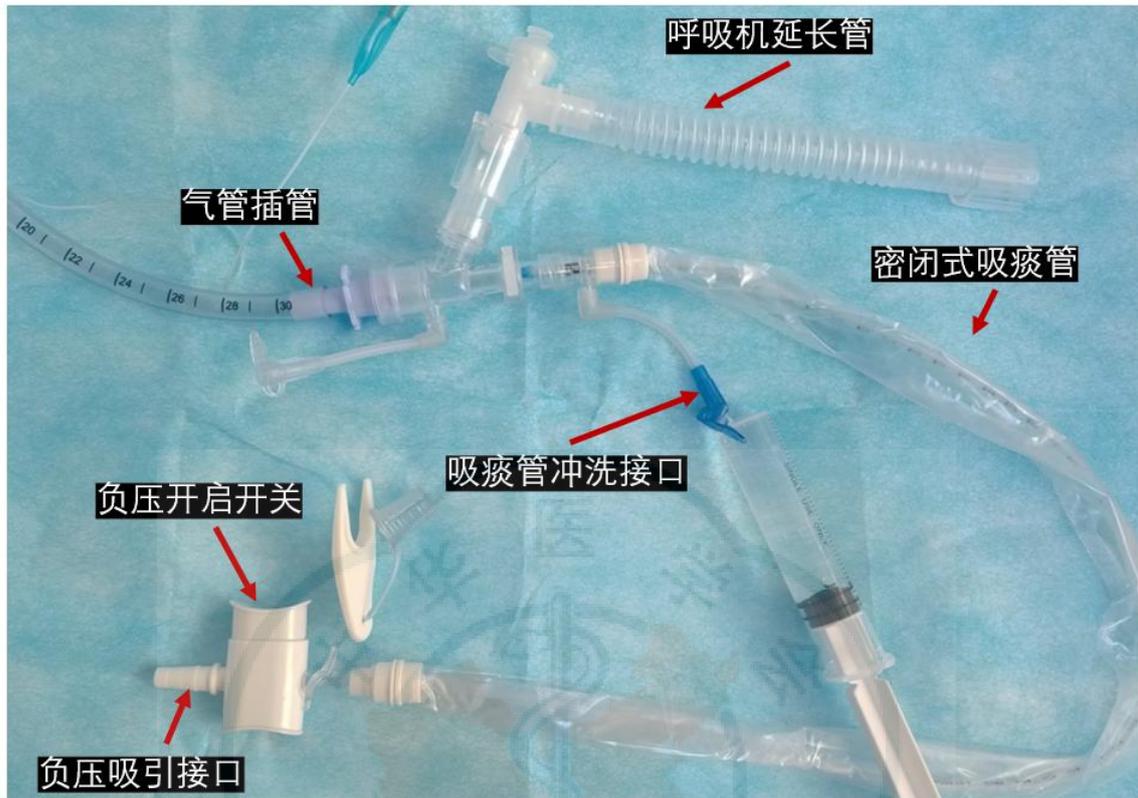


图 9 密闭式吸痰装置冲洗接口

CHINESE MEDICAL ASSOCIATION
1915
中藥醫學會

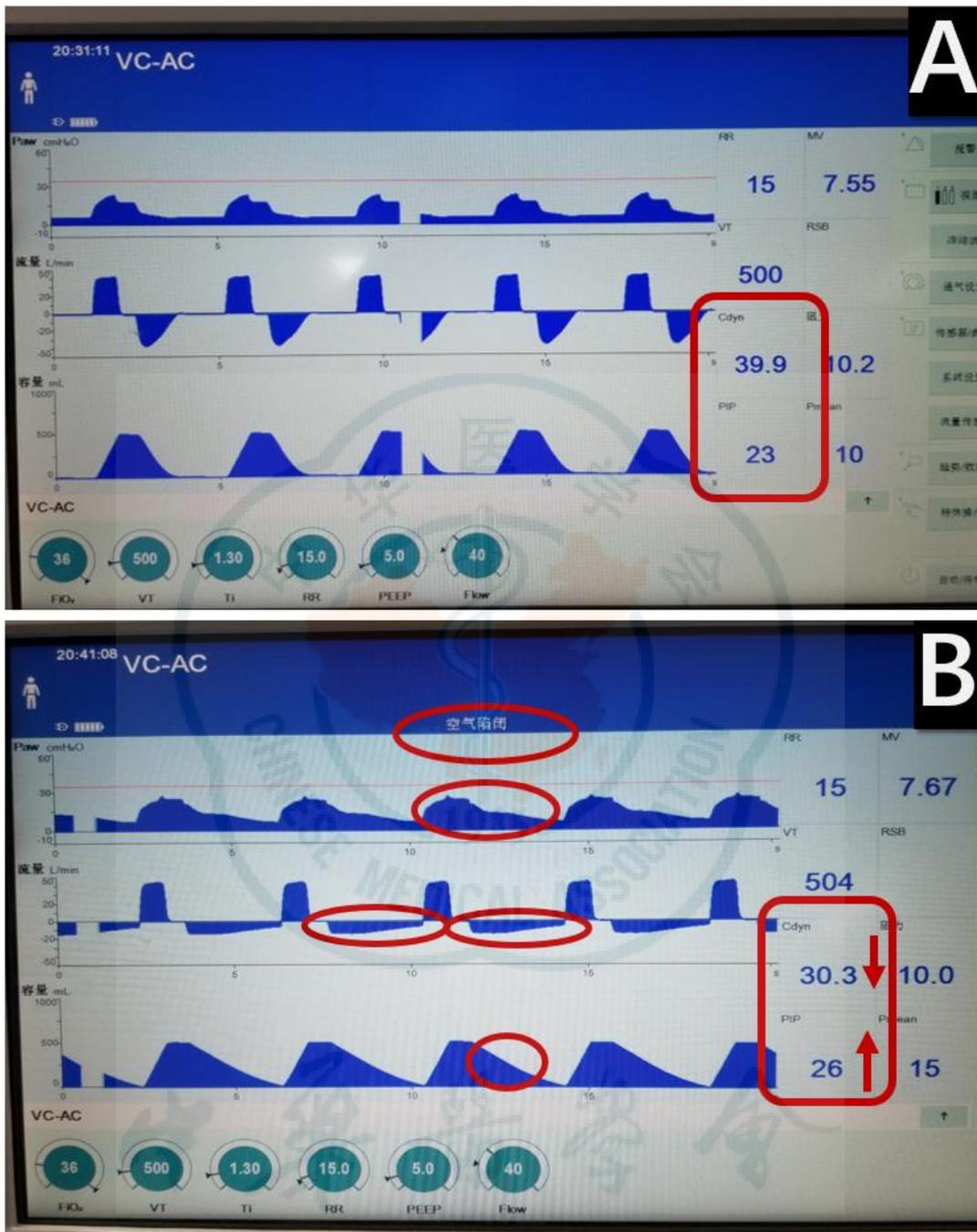


图 9 图 9A 为使用正常时呼吸机监测及波形，图 9B 为呼气阻力增加表现：气道峰压及呼气末压力升高，呼吸系统顺应性降低，呼气气流时间明显延长并呼气不全，呼吸机报警显示空气陷闭



图 10 转运呼吸机加用带病毒过滤器功能的温湿交换器

CHINESE MEDICAL ASSOCIATION
1915
中藥醫學會



图 11 拔管时用一次性床罩遮挡以防止飞沫扩散

中藥醫學會



图 12 振动筛孔雾化器的放置位置