

新型冠状病毒肺炎患者呼吸支持策略： 浙大一院方案

浦其斌¹ 方强² 周建英³ 盛吉芳⁴ 陆远强⁵ 李彤⁵ 何国军¹ 韩一骄¹
徐凯进⁴ 沈毅弘³ 赵雪红⁵ 俞文桥² 徐俊² 李志涛² 卫建华² 高春华²
徐燕⁴ 陈爱君¹ 孙丽君¹ 潘向滢⁵ 姚永兴⁶ 蔡洪流²

新型冠状病毒是一种新型病毒,人群对其普遍易感。自2019年12月以来,中国各个省份都陆续出现了新型冠状病毒肺炎(以下简称“新冠肺炎”)病例,病毒对肺部侵袭严重,造成大量患者出现急性呼吸功能损害。当前医疗机构面临巨大压力,一方面需要做好自身防护,另一方面需要救治大量新冠肺炎患者。如何根据目前已有的急性低氧性呼吸衰竭救治策略,制定出更加具有针对性的呼吸支持手段是当务之急,最重要的是要降低新冠肺炎患者病死率。这需要兼顾患者的病理生理学改变特点,还需要考虑到医务人员的工作强度以及防护安全性等问题。浙江大学医学院附属第一医院(以下简称“浙大一院”)是此次疫情中浙江省收治新冠肺炎患者的定点医院之一,根据我院的诊治经验,结合之前我院收治的大量人感染H7N9型禽流感重症患者、重症甲型H1N1流感患者的救治经验,提出浙大一院新冠肺炎呼吸支持策略,供临床一线医务人员参考。

1 常规氧疗建议

新冠肺炎患者脉搏血氧饱和度(**pulse oxygen saturation, SpO₂**)大于**93%**时,不需要氧疗。需要氧疗的新冠肺炎患者,一般情况下使其**SpO₂**维持于**93%~96%**,避免过度氧疗,如果患者呼吸窘迫症状不明显或基础疾病是慢性阻塞性肺疾病(**chronic obstructive pulmonary disease, COPD**)等慢性II型呼吸衰竭,**SpO₂**目标可调整至**88%~92%**^[1-3]。氧疗

方式推荐使用控制性氧疗装置,如文丘里面罩、经鼻高流量氧疗(**high-flow nasal cannula, HFNC**)等。

解读:鼻导管、简易面罩都属于低流量系统氧疗方式,患者吸入气体并不是全部来自于氧疗工具,此类氧疗方式的FiO₂不恒定^[2]。文丘里面罩、HFNC都属于高流量系统氧疗方式,供气流量大于40 L/min,吸入氧浓度(fraction of inspiration oxygen, FiO₂)可以在这些装置上直接设置或明确,患者吸入的所有气体全部或大部分来自于这些氧疗装置,此类氧疗方式的FiO₂相对恒定^[4]。对于新冠肺炎患者,明确FiO₂非常重要,可以结合动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)或SpO₂计算出氧合指数,并用此对肺损伤程度进行评估。

氧疗是低氧血症患者的最基本治疗方式,明确氧疗时氧合的目标非常重要。FiO₂过高可引起肺部损伤,若氧疗目标已经达到,应及时降低FiO₂。FiO₂处于安全范围(<50%)时,其直接引起肺损伤的风险显著降低,但此时临床上最易忽视对FiO₂进行调节^[5]。当患者SpO₂为100%时,临床上无法根据SpO₂来推测患者的PaO₂,此时的PaO₂可以是80 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa),也可以是180 mmHg,如果是后者,在氧疗下出现的高氧血症不但浪费了氧气资源,更重要的是这种开放式氧疗不但无益,反而增加患者的病死率^[6]。此外,当患者肺部病情出现恶化时,PaO₂从180 mmHg降低至80 mmHg,SpO₂仍显示为100%,医护人员将无法及时从连续监测的SpO₂上获取患者病情变化的信息。

2 HFNC 使用建议

对于氧合指数<300 mmHg的新冠肺炎患者,推荐使用HFNC。具体设置:流量40~60 L/min,温度37℃,并根据目标SpO₂调节FiO₂。使用

DOI: 10.3877/ema.j.issn.1674-6880.2020.01.004

基金项目:“十三五”浙江省中医药(中西医结合)重点学科项目(2017-XK-A36)

作者单位:310003 杭州,浙江大学医学院附属第一医院呼吸治疗科¹、重症医学科²、呼吸科³、感染科⁴、急诊科⁵、麻醉科⁶

通信作者:蔡洪流,Email:1193001@zju.edu.cn

HFNC时应避免延误气管插管。患者氧合指数 $< 200 \text{ mmHg}$,建议在ICU病房实施**HFNC**。另外,当患者肺部病变进展快速,氧合指数在较短时间内迅速恶化,在排除气胸、大量胸腔积液等可纠正因素后,应及时做好气管插管的准备。

解读: HFNC属于高流量系统氧疗方式,患者的 FiO_2 相对恒定。HFNC与传统氧疗相比,患者的舒适度高,依从性好^[6]。但对于处于隔离病房内的新冠肺炎患者,看到的医护人员都是全副武装,听到的声音都是从防护口罩内传出的,加之家人不能陪伴在身旁,患者大多会处于焦虑状态。使用HFNC时,患者第一感觉是鼻腔部的气流量非常大,可能会立即联想到是不是自己病情加重,从而加重焦虑程度,甚至增加机体氧耗量。因此,使用HFNC前应耐心、仔细地给患者做好解释工作,让其解除焦虑情绪,积极配合治疗,建立战胜疾病的信心。HFNC的送气流量应从低水平开始,逐渐达到 $40 \sim 60 \text{ L/min}$,让患者有一个适应过程。一项多中心的随机对照研究表明,HFNC与普通氧疗、无创通气相比,能增加急性低氧性呼吸衰竭患者90 d生存率,这种生存率的增加可能与减少氧合指数 $\leq 200 \text{ mmHg}$ 患者的气管插管率相关^[7]。HFNC在成人氧疗中通过无创方法给患者提供了一个持续的低水平呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP),持续的时间可以是数天、数周或更长。PEEP能起到增加功能残气量,复张肺泡,改善氧合功能的作用。作为一种呼吸支持手段,HFNC并不能治疗原发疾病,其真正的价值是通过患者极易耐受、无创伤的方式提供一种新型的呼吸支持方式,并能让一部分急性低氧性呼吸衰竭患者免于气管插管等有创治疗,从而让患者获益。大部分新冠肺炎患者的全身中毒症状较轻,一些患者虽然氧合指数较低($< 100 \text{ mmHg}$),但精神状态好,循环稳定,甚至能自行进食,对于这部分患者是否立即行气管插管或是继续给予HFNC支持,临床上应进行综合判断,最重要的是关注其原发病进展状况,综合评估患者全身状态、代偿能力及疾病趋势。同时,临床上使用HFNC时,必须严密监测患者状况,当其出现血流动力学不稳定、意识状态恶化时,应立即行气管插管。当患者出现持续存在或进行性恶化的呼吸衰竭征象,且达到以下至少2条标准时,应以气管插管:①呼吸频率大于 40 次/min ;②高呼吸负荷无改善迹象;③出现大量的气道分泌物;④酸中毒($\text{pH} < 7.35$);⑤ $\text{SpO}_2 < 90\%$ 至少持续 5 min ,并排除仪器设备等技术故障所致^[7]。故ICU病

房内应有气管插管经验丰富的医护人员随时待命,以降低行HFNC时的各种突发并发症风险。如果HFNC的使用导致气管插管被延误,将会增加患者的病死率^[8]。此外,HFNC还可以用于新冠肺炎患者拔管后的序贯治疗。

3 无创通气建议

不推荐新冠肺炎患者常规使用无创通气。如使用无创通气,应关注无创通气时潮气量的大小及患者呼吸做功降低的程度,同时应避免延误气管插管。对于合并有COPD急性加重或急性心源性肺水肿的新冠肺炎患者,推荐使用无创通气。如需实施无创通气,有条件的情况下应在负压病房进行,并选择口鼻面罩及带有吸气-呼气环路的呼吸机。此外,气管插管拔管后的新冠肺炎患者出现呼吸衰竭时,可以进行无创通气辅助。

解读: 与有创通气相比,无创通气的吸气和呼气支持力度相对有限。无创通气使用时需患者配合,与HFNC、有创通气相比,常难以持续使用。有研究表明,对于急性低氧性呼吸衰竭患者,无创通气与普通氧疗的气管插管率及90 d生存率比较,差异均无统计学意义^[7]。新冠肺炎患者呼吸衰竭最主要的临床表现是低氧血症并伴随呼吸做功增加。与II型呼吸衰竭相比,无创通气对此类患者降低呼吸做功的效率低,需要的吸气支持压力更高,撤离无创通气后,呼吸做功将快速恢复至原有状态,而无创通气时高送气压力可导致面罩漏气、胃胀气及患者不耐受^[9]。PEEP能改善患者氧合功能,但间断进行的无创通气不能提供一个持续的PEEP。新冠肺炎患者的呼吸驱动常明显增加,无创通气时可增加吸入潮气量,但过大的潮气量将加重肺损伤^[10]。此外,由于无创通气时常见的漏气现象以及呼气阀多位于近患者端,需考虑其可能增加呼出气体中病毒播散的风险^[11]。使用口鼻面罩及吸气-呼气环路的呼吸机进行无创通气,能在一定程度上降低此类风险。同时,医护人员在进行无创通气时亦应更好地做好自我防护。

4 气管插管操作建议

对存在气管插管高风险的新冠肺炎患者应尽早进行困难气道评估,一般选择经口气管插管,推荐在可视喉镜下操作。有条件的情况下可使用带声门下吸引的气管插管。气管插管时建议行快速诱导插管,气管插管前应做好预氧合准备,建议使用有创呼吸机接加压面罩进行预氧合, FiO_2 设置为 100% 。对有

气管插管风险的患者应尽早开通静脉通路,并准备好血管活性药物,有条件的情况下应先进行有创动脉血压监测。气管插管后建议立即使用呼气末二氧化碳波形监测来明确气管插管位置,拍摄床边胸片来明确气管插管在气管内的深浅。同时,气管插管时医护人员应做好严密自我防护。

解读:无论对于医护人员或是患者,气管插管都是高风险操作,操作者应做好严密防护。气管插管时,镇静、肌松药物的使用可显著影响患者的呼吸和循环状态,通过加压面罩-呼吸机预氧合能更好地监测潮气量及提供 PEEP,同时保持 FiO_2 恒定^[12]。镇静、肌松后患者的自主呼吸消失,交感神经兴奋性快速降低,为防止循环剧烈波动,需在气管插管操作开始前就准备好静脉泵入的血管活性药物,气管插管时应严密监测血压,同时必须要关注的风险点是窒息,误吸和未被及时发现、处理的低血压。对于新冠肺炎患者,气管插管前基础 SpO_2 常较低,气管插管过程中必须严密监测患者 SpO_2 的变化。

5 气道管理建议

任何时候都应确保气管插管的位置正确和深浅合适,避免管道被牵拉,防止非计划拔管。确保人工气道通畅,防止吸入,促进气道分泌物排出。做好患者的口腔护理,使用气囊测压表维持气囊压力于 $30 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$),每 4 小时监测 1 次或进行持续气囊压力监测。如使用带声门下吸引的气管插管,气管插管后可进行间断抽吸。建议使用封闭式吸痰管,任何时候都应尽量避免呼吸机环路与气管插管脱开。对于病程时间长,特别是胃排空差者,有条件的情况下,可以放置鼻肠管进行空肠内营养,同时鼻胃管进行持续有效的胃肠减压。

解读:预防呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)对于气管插管患者而言极其重要。发生 VAP 后会显著延长患者住院时间、增加住院费用及病死率^[13]。预防 VAP 是一个系统工程,VAP 最主要的发生机制是含有细菌的气囊上滞留物通过气囊与气管壁之间的缝隙进入下呼吸道^[14]。必须关注患者是否存在反流的风险。反流至咽喉部的胃内容物不一定能被临床及时识别,大量反流物可以通过声门进入气囊上方,从而增加 VAP 发生的风险。对于胃排空差且不能在短时间内撤机的患者,建议放置鼻肠管进行营养支持,并通过鼻胃管持续减压以减少胃内容物反流,从而降低 VAP 发生的风险^[15]。

6 有创机械通气建议

机械通气时,应尽可能降低呼吸机相关性肺损伤(ventilator associated lung injury, VALI)风险^[16]。为避免发生人机对抗,应给予患者适当的镇静、镇痛,必要时使用肌松剂,特别是在呼吸机使用早期阶段^[17]。采取保守性氧疗策略及保守性液体管理策略^[18-19]。合理调节 PEEP 水平,通过患者对 PEEP 的反应进行滴定式调节;肥胖、腹内压增高、胸腔积液患者可能需要更高的 PEEP 水平和平台压^[16]。如果有条件(人力充足)且在保证安全的前提下,对氧合指数小于 100 mmHg 的患者实施俯卧位通气,俯卧位持续的时间为 $12 \sim 16 \text{ h/d}$ ^[20-21]。当患者有撤机指征时,如患者能通过自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT),应综合全身情况,考虑尽早撤机拔管。

解读:呼吸机是一把“双刃剑”,在进行呼吸支持的同时可导致肺损伤加重。新冠肺炎患者行机械通气时最大的挑战是肺部病变的不均一,潮气量、PEEP 等参数设置不合理以及严重的人机对抗等均可加重肺损伤,从而影响预后。因此,机械通气时必须尽可能做好个体化肺部保护,制定合理目标,并根据患者病情变化不断进行滴定调整。大部分气管插管机械通气的新冠肺炎患者病程均较长,需要给予镇静、镇痛甚至肌松药物治疗。但是,由于氧合功能差、呼吸机参数条件高,很多患者在机械通气早期没有条件实施每日唤醒的操作。长时间的镇静、镇痛药物使用会带来一系列问题,这些药物的作用可以持续影响到撤机评估以及拔管后的管理。故需制定镇静、镇痛、肌松药物的使用和撤离方案,并注意对患者谵妄进行评估,以尽早拔管撤机。

7 降低医疗错误建议

医疗充满风险,应竭尽全力减少医疗错误的发生^[22]。一般而言,患者的病情越重,堆积的治疗就越多,使用的支持技术就越复杂,从而导致发生医疗错误的风险就越高。医院管理者、医护人员都应着力预防各种医疗错误发生,既要按照规范又要进行个体化治疗,关注高风险节点,做好预防措施和预案,一旦发生医疗错误应积极上报,医院及科室管理者应从系统层面上分析错误的原因,防止错误的再次发生。

以下为与呼吸支持相关的常见医疗错误及对策:

(1)气管插管进入食道,且未被立即发现。

对策:气管插管后应立即确认气管插管位置,建

议通过呼气末二氧化碳波形监测来确认位置。气管插管维持过程中应注意位置固定,防止被牵拉。

(2)未使用气囊测压表进行气囊压力监测,气囊压力过高导致气道损伤,甚至出现气管食管瘘;气囊压力过低则导致 VAP 发生率增加。

对策:应常规进行气囊压力监测,维持气囊压力于 25 ~ 30 cmH₂O。

(3)呼吸机使用前未进行自检,未合理设置各项报警参数。呼吸机出现监测(氧浓度或流量等)故障时,直接将相关传感器关闭。

对策:呼吸机使用前必须严格按照程序进行自检,应合理设置各项报警参数。呼吸机出现故障后应立即更换,任何时候不得关闭呼吸机传感器。

(4)呼吸机与患者连接前未处于启动状态,特别在短暂停用呼吸机后再启用时。与患者连接后未立即察看呼吸机的气道压力、潮气量等参数。

对策:任何时候应确保呼吸机与患者连接之前处于工作状态,呼吸机接患者后应立即查看呼出潮气量、气道压力、FiO₂、呼吸机波形等重要参数。

(5)中心供氧中断或压力过低导致呼吸机送出的气体氧浓度降低为 21%。

对策:ICU 病房应设置有备用氧气管,一旦中心供氧压力不足,应立即启用备用氧源,确保达到呼吸机高压氧源的压力要求。如果没有设置备用氧气管,在保证安全的前提下,可考虑在每个使用呼吸机的床边放置氧气钢瓶,并连上减压阀,当中心供氧压力过低时,通过接头转换,可直接给呼吸机提供氧源。当病房消耗氧气管非常大时,受供氧管路内径影响,中心供氧站或备用氧源与病房之间的供氧压力差将增大,这时应适当增加供氧源的压力,或者将患者进行合理分流。

(6)为减少交叉感染风险,在呼吸机呼气端放置过滤器,但未及时更换,过滤器内冷凝水积聚,导致呼气阻力显著增加,后果是产生内源 PEEP、增加平均气道压力以及增加人机对抗可能。

对策:有条件的情况下使用自带呼出过滤器的呼吸机。如在呼气端自行加装过滤器,应通过压力-时间波形、流量-时间波形时刻评估呼气阻力的大小,阻力增高时必须及时更换。

(7)使用被动湿化方式时,人工鼻出现堵塞,人工鼻阻力增高甚至完全梗阻,导致患者吸气、呼气阻力增高甚至出现窒息。

对策:使用人工鼻时可通过呼吸机波形、呼吸力学参数来评估气道阻力的高低,患者出现气道梗阻表现时,首先必须排除人工鼻梗阻所致。

(8)开放式吸痰导致 PEEP 完全丢失,特别是使用高 PEEP 时,即使接回呼吸机后,患者氧合情况仍显著恶化。开放式吸痰还可导致病毒播散风险。

对策:使用封闭式吸痰装置,任何时候都应尽量避免呼吸机与气管插管脱开,即使在气道内病原体采样时。

(9)机械通气时通过主动湿化器进行加温加湿,给湿化器加注蒸馏水时,脱开呼吸机管路导致 PEEP 丢失,或使用输液器装置进行湿化罐悬挂加水,由于没有及时关闭输液调速器,导致湿化水位线过高,甚至从湿化罐内涌出,进入吸气管路及患者气道内。加注湿化水的输液器接头与湿化罐脱开,被误接到静脉通路上。

对策:湿化罐内加水时应避免呼吸机管路脱开,通过输液器进行封闭式加水时,不应进行自动悬挂加水,应有专人守在旁边,直至达到目标水位线。应在湿化罐加水的输液皮管或接头处做好标识,杜绝与静脉通路误接的可能。

(10)声门下吸引时采取持续负压吸引方式,且负压过高,导致患者气道损伤甚至出现气管食管瘘,或增加拔管后喉头水肿的风险。

对策:建议进行间断声门下吸引,并控制好负压吸引的压力值。

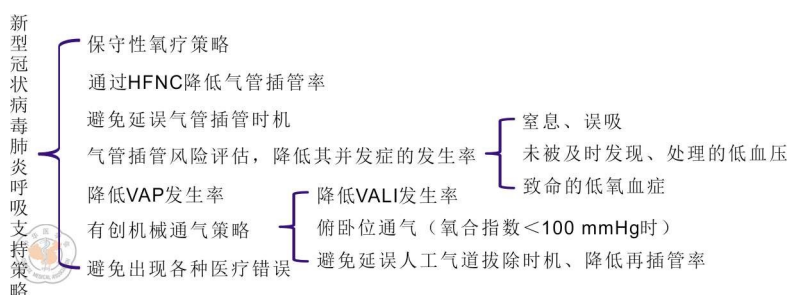
(11)为了吸引操作后吸痰管冲洗的方便,一些封闭式吸痰管附有三通装置。如果在吸引操作结束后未将吸痰管完全退回至三通开关之后的外鞘内,三通开关反复剪切吸痰管末端,导致部分吸痰管脱落进入患者气道内,成为气道内异物。此外,折断后的吸痰管末端进入气道后,更易引起气管壁的损伤。

对策:如果使用带三通装置的封闭式吸痰管,每次吸引操作后须将吸痰管完全退出至三通之后,在进行吸引前应仔细检查吸痰管末端的外表及完整性。

附:新型冠状病毒肺炎呼吸支持策略图(图 1)

参考文献

- 1 Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline[J]. *BMJ*, 2018 (363): k4169.
- 2 Bateman NT, Leach RM. ABC of oxygen. Acute oxygen therapy[J]. *BMJ*, 1998, 317 (7161): 798-801.
- 3 Chu DK, Kim LH, Young PJ, et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet*, 2018, 391 (10131): 1693-1705.
- 4 Wagstaff TA, Soni N. Performance of six types of ox-



注: 1 mmHg = 0.133 kPa; HFNC. 经鼻高流量氧疗; VAP. 呼吸机相关性肺炎; VALI. 呼吸机相关性肺损伤

图1 新型冠状病毒肺炎呼吸支持策略

- xygen delivery devices at varying respiratory rates [J]. *Anaesthesia*, 2007, 62 (5): 492-503.
- 5 Kallstrom TJ, American Association for Respiratory Care (AARC). AARC Clinical Practice Guideline: oxygen therapy for adults in the acute care facility--2002 revision & update[J]. *Respir Care*, 2002, 47 (6): 717-720.
 - 6 Cuquemelle E, Pham T, Papon JF, et al. Heated and humidified high-flow oxygen therapy reduces discomfort during hypoxemic respiratory failure [J]. *Respir Care*, 2012, 57 (10): 1571-1577.
 - 7 Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372 (23): 2185-2196.
 - 8 Kang BJ, Koh Y, Lim CM, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality [J]. *Intensive Care Med*, 2015, 41 (4): 623-632.
 - 9 Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS / ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure [J]. *Eur Respir J*, 2017, 50 (2): pii: 1602426.
 - 10 Carteaux G, Millán-Guilarte T, De Prost N, et al. Failure of noninvasive ventilation for de novo acute respiratory failure: role of tidal volume [J]. *Crit Care Med*, 2016, 44 (2): 282-290.
 - 11 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): pii: 1802339.
 - 12 Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006, 174 (2): 171-177.
 - 13 Rello J, Ollendorf DA, Oster G, et al. Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database [J]. *Chest*, 2002, 122 (6): 2115-2121.
 - 14 Mandell LA, Niederman MS. Aspiration pneumonia[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380 (7): 651-663.
 - 15 Zhu Y, Yin H, Zhang R, et al. Gastric versus postpyloric enteral nutrition in elderly patients (age \geq 75 years) on mechanical ventilation: a single-center randomized trial[J]. *Crit Care*, 2018, 22 (1): 170.
 - 16 Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury [J]. *N Engl J Med*, 2013, 369 (22): 2126-2136.
 - 17 National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network, Moss M, Huang DT, et al. Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380 (21): 1997-2008.
 - 18 Giradis M, Busani S, Damiani E, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the oxygen-ICU randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2016, 316 (15): 1583-1589.
 - 19 National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network, Wiedemann HP, Wheeler AP, et al. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury[J]. *N Engl J Med*, 2006, 354 (24): 2564-2575.
 - 20 Guerin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368 (23): 2159-2168.
 - 21 Lee JM, Bae W, Lee YJ, et al. The efficacy and safety of prone positional ventilation in acute respiratory distress syndrome: updated study-level meta-analysis of 11 randomized controlled trials [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (5): 1252-1262.
 - 22 Garrouste-Orgeas M, Philippart F, Bruel C, et al. Overview of medical errors and adverse events[J]. *Ann Intensive Care*, 2012, 2 (1): 2.

(收稿日期: 2020-02-10)

(本文编辑: 马莉)