

慢性阻塞性肺疾病急性加重患者机械通气指南（2007）

中华医学会重症医学分会

慢性阻塞性肺疾病（chronic obstructive pulmonary disease, COPD）是一种常见的慢性呼吸系统疾病，患病人数多，病死率高，严重影响患者的劳动能力和生活质量。2002 年世界卫生组织（WHO）公布的资料显示，COPD 是目前世界上死亡的第 5 位病因，预计到 2020 年，COPD 将成为第 3 位死亡病因。COPD 急性加重（AECOPD）合并呼吸衰竭是导致 COPD 患者住院最重要的原因，加强对 AECOPD 的防治，特别是提高机械通气技术的应用水平，对提高 AECOPD 合并呼吸衰竭的抢救成功率具有重要意义。近年来，临床上应用机械通气治疗 AECOPD 取得了显著进展，极大地改变了这类患者的治疗面貌。为规范我国 AECOPD 机械通气治疗的操作，中华医学会重症医学分会结合近年来的国内外进展制定本指南。

本指南中的推荐意见依据 2001 年 ISF 提出的 Delphi 分级标准，见表 1。指南涉及的文献按照研究方法和结果分成 5 个层次，推荐意见的推荐级别按照 Delphi 分级分为 A~E 级，其中 A 级为最高。

表 1 Delphi 分级标准	
推荐级别	满足条件
A	至少有 2 项 I 级研究结果支持
B	仅有 1 项 I 级研究结果支持
C	仅有 II 级研究结果支持
D	至少有 1 项 III 级研究结果支持
E	仅有 IV 级或 V 研究结果支持
研究课题分级	满足条件
I	大样本，随机研究，结论确定，假阳性或假阴性错误的风险较低
II	小样本，随机研究，结论不确定，假阳性和/或假阴性的风险较高
III	非随机，同期对照研究
IV	非随机，历史对照研究和专家意见
V	系列病例报道，非对照研究和专家意见

1 COPD 所致呼吸衰竭的病理生理基础

COPD 是一种具有气流受限特征的疾病，其气流受限不完全可逆，呈进行性发展，与肺部对有害气体或有害颗粒

的慢性异常炎症反应有关。

慢性炎症反应累及全肺，在中央气道（内径 $>2\sim4$ mm）主要改变为杯状细胞和鳞状细胞化生、黏液腺分泌增加、纤毛功能障碍，临床表现为咳嗽、咳痰；外周气道（内径 <2 mm）的主要改变为管腔狭窄，气道阻力增大，延缓肺内气体的排出，造成了患者呼气不畅、功能残气量增加。其次，肺实质组织（呼吸性细支气管、肺泡、肺毛细血管）广泛破坏导致肺弹性回缩力下降，使呼出气流的驱动压降低，造成呼气流缓慢。这两个因素使 COPD 患者呼出气流受限，在呼气时间内肺内气体呼出不完全，形成动态肺过度充气（dynamic pulmonary hyperinflation, DPH）。由于 DPH 的存在，肺动态顺应性降低，其压力-容积曲线趋于平坦，在吸入相同容量气体时需要更大的压力驱动，从而使吸气负荷增大。

DPH 时呼气末肺泡内残留的气体过多，呼气末肺泡内呈正压，称为内源性呼气末正压（intrinsic positive end-expiratory pressure, PEEPi）。由于 PEEPi 存在，患者必须首先产生足够的吸气压力以克服 PEEPi 才可能使肺内压低于大气压而产生吸气流，这也增大了吸气负荷。肺容积增大造成胸廓过度扩张，并压迫膈肌使其处于低平位，造成曲率半径增大，从而使膈肌收缩效率降低，辅助呼吸肌也参与呼吸。但辅助呼吸肌的收缩能力差，效率低，容易发生疲劳，而且增加了氧耗量。

COPD 急性加重时上述呼吸力学异常进一步加重，氧耗量和呼吸负荷显著增加，超过呼吸肌自身的代偿能力使其不能维持有效的肺泡通气，从而造成缺氧及 CO₂ 潴留，严重者发生呼吸衰竭。COPD 急性加重的原因包括支气管-肺部感染、肺栓塞、肺不张、胸腔积液、气胸、左心功能不全、电解质紊乱、代谢性碱中毒等，其中支气管-肺部感染是最常见原因，呼吸衰竭的发生与呼吸肌疲劳和痰液引流不畅两方面因素有关。因此，在这类患者应用机械通气的主要目的包括：改善通气和氧供，使呼吸肌疲劳得以缓解，并设法减少 DPH 及其不利影响；通过建立人工气道以利于痰液的引流，在降低呼吸负荷的同时为控制感染创造条件。

在 AECOPD 的早期，患者神志清楚，咳痰能力尚可，痰液引流问题并不十分突出，而呼吸肌疲劳是导致呼吸衰竭的主要原因，此时予以无创正压机械通气（noninvasive positive pressure ventilation, NPPV）早期干预可获得良好疗

通讯作者：王辰，100730 北京，首都医科大学附属朝阳医院

效。若痰液引流障碍或有效通气不能保障时，需建立人工气道行有创正压机械通气（invasive positive pressure ventilation, IPPV）以有效引流痰液和提供较 NPPV 更有效的通气。一旦支气管-肺部感染或其他诱发急性加重的因素有所控制，自主呼吸功能有所恢复，痰液引流问题已不是主要问题时，可撤离 IPPV，改用 NPPV 以辅助通气和进一步缓解呼吸肌疲劳。实践表明，有创-无创序贯通气的有效，已成为 AECOPD 机械通气的实用方法。

2 无创正压机械通气

NPPV 是指患者通过鼻罩、口鼻面罩或全面罩（full face mask）等无创性方式将患者与呼吸机相连进行正压辅助通气，与气管插管和气管切开等有创的连接方式存在显著区别。相比常规治疗而言，NPPV 可降低 AECOPD 的气管插管需求率、住院时间以及院内病死率。

2.1 适应证与禁忌证

2.1.1 适应证

多项 RCT 16-24 及荟萃分析均显示，与常规治疗相比，NPPV 应用于 AECOPD 成功率可达 80%~85%。绝大多数研究提示有效的 NPPV 治疗可在短时间内（通常为 1~6 h）使其 pH 增高、PaCO₂ 降低、呼吸困难程度下降，长时间应用可降低气管插管率，缩短住院时间。因此，NPPV 可作为 AECOPD 的一项常规治疗手段。而早期 NPPV 成功率高达 93%，延迟 NPPV 的成功率则降为 67%。

如何选择合适的病例进行 NPPV，是成功应用 NPPV 的关键。NPPV 并非对所有的 AECOPD 患者都适用，不恰当地应用 NPPV 会延误 IPPV 的时机，因此，患者应具备行 NPPV 的一些基本条件，其中意识、咳痰能力、血流动力学状态和患者主观及客观配合 NPPV 的能力最为重要，表 1。

表 1 NPPV 应用于 AECOPD 的基本条件

指标	满足条件
合作能力	神志基本清楚，依从性好，有一定的配合和理解能力
气道保护能力	分泌物少或自主咳嗽咯痰能力较强
血流动力学	稳定或仅需较少量的血管活性药物维持

多项 RCT 均针对中度呼吸性酸中毒（7.25 < pH < 7.35）及有呼吸困难表现（辅助呼吸肌参与呼吸、呼吸频率 > 25 次/min）的 AECOPD，与常规治疗相比，NPPV 取得了显著疗效。无论是即时效应（NPPV 短时间应用后呼吸困难症状和基本生命体征，血气指标），还是整个住院期间的疗效（气管插管率、院内/ICU 病死率、住院/住 ICU 时间）均有明显改善。Bardi 等随访 1 年的研究中还发现 NPPV 治疗后可降低该组患者 1 年内的再次住院率。

对于 pH ≥ 7.35 的 AECOPD 患者，由于其通气功能尚可，PaCO₂ 处于较低水平，pH 处于代偿范围，传统的做法

是不给予呼吸支持，而仅以常规治疗。最近一项在普通病房早期应用 NPPV 治疗 AECOPD 患者的多中心 RCT 中，根据血气指标进行亚组分析后提示，对于 pH ≥ 7.35 的患者，在入选后 2 h 即可出现呼吸频率降低，辅助呼吸肌的参与减少，后期气管插管率较对照组明显降低（2.8% vs 11.3%，P = 0.047）。作者推测可能与 NPPV 早期使用缓解呼吸肌疲劳、防止呼吸功能不全进一步加重及提高患者的自主排痰能力有关。多项研究也表明，NPPV 对这类存在 DPH 的患者，可以降低其吸气做功，达到缓解呼吸肌疲劳和改善通气功能的目的。

对于 AECOPD 所致严重的高碳酸性呼衰患者，有学者认为 NPPV 失败率和死亡率较高，对这类患者行 IPPV 可能更为有效。但在一项 RCT 中，49 例常规治疗无效出现严重呼吸性酸中毒的 AECOPD 患者 [pH (7.20 ± 0.05), PaCO₂ (85 ± 16 mmHg)] 被分为 NPPV 组和 IPPV 组，结果发现两组患者气体交换都有明显改善，两组机械通气时间、并发症发生率、住 ICU 时间、ICU 病死率和院内病死率均相似。在酸中毒更为严重的 64 例 AECOPD 患者 [pH (7.18 ± 0.05), PaCO₂ (104 ± 14 mmHg)] 中应用 NPPV，并选取疾病严重程度类似的既往行 IPPV 的 64 例 AECOPD 患者进行病例对照研究，NPPV 组有 40 例患者失败后改用 IPPV，病死率、机械通气时间、住 ICU 时间在两组间无显著差异。国内的研究也有类似发现。需要注意的是，上述三项研究均有较为严格的排除标准，相当一部分患者因为不具备使用 NPPV 的基本条件而被排除在研究之外，并且都在具有良好监护条件的 ICU 内进行，但 NPPV 失败率仍较高（25%~63%）。而对于 GCS < 11 分，APACHE II > 29 分，呼吸频率 > 30 次/min，并且 pH < 7.25 的患者应用 NPPV 失败的可能性高达 50%³⁷。因此，对于严重高碳酸性呼衰患者，在具备较好的监护条件和经验丰富的单位，可在严密观察的前提下应用 NPPV，但应用 1~2 h 无明显改善则须及时改用 IPPV。

对于出现意识水平改变的患者，在一项对 153 例 COPD 患者进行 5 年的病例对照研究后发现，如果伴有严重意识障碍（Kelly-Matthay 评分大于 3 分），其病死率则高达 50%，故不应在这类患者中使用 NPPV^[38]。

当 IPPV 条件不具备或患者/家属拒绝有创正压通气时，NPPV 可在一部分患者中获得成功，亚组分析提示 AECOPD 成功率可达 50%~60%，高于其他病种（如晚期肿瘤、肺炎等），因此，对这类患者可考虑使用 NPPV。

推荐意见 1 NPPV 是 AECOPD 的常规治疗手段。（推荐级别：A 级）

推荐意见 2 对 AECOPD 患者应用 NPPV 时，应注意意识、咳痰能力、血流动力学状态和主观及客观配合能力。（推荐级别：E 级）

推荐意见 3 对于病情较轻（动脉血 pH > 7.35，PaCO₂ > 45 mmHg）的 AECOPD 患者宜早期应用 NPPV。（推荐级

别: C 级)

推荐意见 4 对于出现轻中度呼吸性酸中毒 ($7.25 < \text{pH} < 7.35$) 及明显呼吸困难(辅助呼吸肌参与、呼吸频率 > 25 次/min) 的 AECOPD 患者, 推荐应用 NPPV。(推荐级别: A 级)

推荐意见 5 对于出现严重呼吸性酸中毒 ($\text{pH} < 7.25$) 的 AECOPD 患者, 在严密观察的前提下可短时间 (1–2 h) 试用 NPPV。(推荐级别: C 级)

推荐意见 6 对于伴有严重意识障碍的 AECOPD 患者不宜行 NPPV。(推荐级别: D 级)

2.1.2 禁忌证及相对禁忌证 NPPV 的禁忌证主要基于多项 RCT 所采用的排除标准来制定。气道保护能力和自主呼吸能力较差, 以及无法应用面罩的患者均为 NPPV 禁忌证, 包括: ①误吸危险性高及气道保护能力差, 如昏迷、呕吐、气道分泌物多且排除障碍等; ②心跳或呼吸停止; ③面部、颈部和口咽腔创伤、烧伤、畸形或近期手术; ④上呼吸道梗阻等。

NPPV 相对禁忌证: ①无法配合 NPPV 者, 如紧张、不合作或精神疾病, 神志不清者; ②严重低氧血症; ③严重肺外脏器功能不全, 如消化道出血、血流动力学不稳定等; ④肠梗阻; ⑤近期食道及上腹部手术。

2.2 NPPV 呼吸机及各配件的功能要求

2.2.1 NPPV 呼吸机的选择 理论上讲, 具有完善监测与报警功能的大型多功能呼吸机 (critical care ventilator) 以及专用无创呼吸机均可用于 NPPV。前者的优点除了完善的监测与报警外, 还能够提供精确的高浓度氧气吸入, 但其设计特点是属于高压低流量系统, 在密封不漏气的条件下工作比较理想, 而对漏气的补偿能力比较差, 呼吸回路 (特别是面罩) 存在较明显漏气时对自主呼吸的同步追踪能力差, 引起人机不协调, 甚至导致呼吸机不能正常工作。因此, 选用时应该慎重考虑。后者设计的特点是高流量低压力系统, 对漏气的补偿能力比较好, 在管路存在漏气时对自主呼吸的同步追踪能力强, 且其价格较低廉, 使用简便和体积小, 容易搬动, 为施行 NPPV 主要的呼吸机型。其缺点是监测和报警系统尚不够完善。

由于应用压力控制/压力支持通气模式可辅助 AECOPD 通气, 在一定程度上缓解呼吸肌疲劳; 外源性 PEEP 可对抗小气道的动态塌陷, 并减少吸气做功。因此, AECOPD 患者应选用兼具有吸气和呼气相正压功能的呼吸机。单纯 CPAP 型呼吸机虽可降低 AECOPD 患者吸气功耗, 但改善通气的作用有限。

2.2.2 面罩的选择 面罩的合理选择是决定 NPPV 成败的关键因素。在一些情况下, 面罩不合适往往是造成 NPPV 失败的重要因素: 面罩过大或与患者的面型匹配不好, 容易造成漏气量增大, 进一步导致患者不易触发/终止呼吸机送气。面罩扣得过紧, 又容易导致患者不适和局部皮肤压伤。因此, 应准备不同种类和型号的鼻罩/口鼻面罩以供不

同情况使用, 而合理地调整面罩的位置以及调整固定带的张力 (一般以扣紧头带后能于面颊旁轻松插入一至两指为宜) 可在减少漏气的同时, 又能提高患者对面罩的耐受性和通气的有效性。

常用的面罩有鼻罩和口鼻面罩, 鼻罩更舒适, 胃胀气发生率低, 但易经口漏气。由于 AECOPD 患者往往存在张口呼吸, 临床多选用口鼻面罩, 若病情改善后还需较长时间应用 NPPV 时可更换或交替使用鼻罩。

推荐意见 7 为成功施行 NPPV, 应注意选择适宜种类与型号的鼻罩和口鼻面罩。(推荐级别: A 级)

2.2.3 呼气装置的选择 不同的呼气装置的重复呼吸量不同, 选择良好的呼气装置以减少重复呼吸, 对于伴严重 CO_2 滞留的 AECOPD 患者来说有一定价值。目前国内临床上常用的 NPPV 呼气装置包括平台阀 (plateau valve)、侧孔 (port) 以及静音阀 (whisper swivel)。在避免 CO_2 的重复呼吸方面, 平台呼气阀应用价值最大。但平台阀上的硅胶膜在长时间使用过程中可出现弹性降低、粘连等情况, 应定期检查并及时更换。将面罩自带的排气孔打开也可在一定程度上避免 CO_2 的重复呼吸, 但会增加漏气。国内设计制作的防重复呼吸面罩亦被证实有较好的减少重复呼吸的作用。

2.3 操作环境

实施 NPPV 的场所应具备一定监护条件 (至少应包括对基本生命体征、血气和 SpO_2 的监测)。此外, 操作者 (医师、护士和呼吸治疗师) 应用 NPPV 的经验也是影响 NPPV 疗效的重要因素, 要求对 NPPV 有一定认识及了解, 能指导患者应用 NPPV, 协助患者咳嗽排痰, 具有对人机协调性、漏气等问题进行监测、处理以及及时判断 NPPV 失败的能力。在 Plant 的研究中, 所有的参与者均接受 8 周的理论 and 实践培训以保证临床应用的质量。另外, 多项指南均提及应由一位熟识 NPPV 应用技术的呼吸专科医师负责整个 NPPV 的工作以提高成功的可能性。

目前没有直接比较 NPPV 在不同科室中应用疗效差别的 RCT, 大多数研究都在 ICU 内进行。两项在普通病房内的多中心 RCT 结果表明: 与常规治疗相比, NPPV 显著地降低了气管插管率和院内病死率。但在 $\text{pH} < 7.3$ 亚组中, 普通病房内的治疗效果不及 ICU。因此, 美国和英国胸科医师协会先后推荐: 对于 $\text{pH} < 7.3$ 的患者, 不宜在普通病房内行 NPPV。另外, 若患者存在严重合并症 (如肺炎、哮喘、严重低氧血症等), 气管插管可能性较大, 为避免延误病情, 最好在 ICU 内行 NPPV, 以便于需要时及时更换为 IPPV。

由于上机初期 (第一个 8 h) 比后期 (第二个 8 h) 需要更多的床旁观察时间, 加之应用 NPPV 后数小时内的疗效与 NPPV 的成功与否明显相关, 因此开始应用 NPPV 的一段时间内需要有专人负责监护和治疗。

推荐意见 8 对 AECOPD 实施 NPPV 应配备必要监护设

施以及经过培训的医护人员，在应用 NPPV 的早期应有专人床旁监护。（推荐级别：E 级）

2.4 操作技术

2.4.1 患者的教育 与 IPPV 不同，NPPV 更强调患者的主动合作和舒适感，对患者的教育可以消除恐惧，争取配合，提高依从性和安全性。教育的内容包括：讲述治疗的目的；NPPV 治疗过程中患者可能出现的感受（因正压通气可能导致的不适等）；指导患者有规律地放松呼吸，NPPV 中如何咳嗽和饮食；有不适时及时通知医务人员；面罩连接和拆除方法，特别是在紧急情况下（如咳嗽、咳痰或呕吐时）拆除面罩的方法，等。

2.4.2 呼吸机与患者的连接 连接的舒适性、密封性和稳定性对疗效和患者的耐受性影响很大。因此，除应准备好不同大小的鼻罩和口鼻面罩供患者试用，还应注意固定带适宜的松紧度，尽量减少漏气及避免面部皮肤破溃。目前常用 4 条或 3 条固定带进行固定，与 4 点固定相比，3 点固定符合力学原理，压力分布最均匀，密闭性和舒适性更好，佩戴方便 50。使用面罩时，应先在吸氧或者低的气道压（如 4 cmH₂O 的 CPAP）状态下将面罩连接稳固舒适后，再连接呼吸机管道或增加气道压。否则骤然升高的气道压会使患者明显不适。

2.4.3 通气模式的选择与参数调节 常用 NPPV 通气模式包括：持续气道正压（CPAP）、压力/容量控制通气（PCV/VCV）、比例辅助通气（PAV）、压力支持通气 + 呼气末正压（PSV + PEEP，通常所称双水平正压通气即主要为此种通气模式），其中以双水平正压通气模式最为常用。

如何为患者设定个体化的合理治疗参数十分重要。压力和潮气量过低导致治疗失败，但过高也将导致漏气和不耐受的可能性增加。一般采取适应性调节方式：呼气相压力（EPAP）从 2~4 cmH₂O 开始，逐渐上调压力水平，以尽量保证患者每一次吸气动作都能触发呼吸机送气；吸气相压力（IPAP）从 4~8 cmH₂O 开始，待患者耐受后再逐渐上调，直至达到满意的通气水平，或患者可能耐受的最高通气支持水平。

2.4.4 监测、停用及撤离 通过密切的综合临床监测，判断疗效，发现治疗过程中的问题和可能出现的不良反应，及时处理和调整，是提高患者的耐受性和疗效的重要因素，也是避免因 NPPV 治疗无效而延误插管的重要措施。监测应包括的内容如表 2 所示。

应特别注意对临床表现、SpO₂ 和血气指标三方面进行监测。如果 NPPV 有效，在应用 NPPV 1~2 h 后患者的呼吸困难、呼吸频率、心率以及精神状态均有改善，否则，提示肺泡通气量不足，这可能与呼吸机参数设置（吸气压力、潮气量）过低、管路或面罩漏气等有关，应注意观察分析并及时调整。SpO₂ 是观察 NPPV 后氧合变化比较简便易行的方法，特别是对于 AECOPD 患者，更强调控制性氧疗，在 NPPV 治疗初期应持续监测 SpO₂ 以指导调节吸入氧浓度/

流量，使 SpO₂ 维持在 90% 左右。此外，在 NPPV 1~2 h 后进行血气分析是判断 NPPV 疗效比较确切的指标。若血气指标无明显改善，需进一步调整参数或检查漏气情况，4~6 h 后再次复查血气指标，若仍无改善，则须考虑停止 NPPV 并改用 IPPV。

表 2 NPPV 治疗 AECOPD 时的监测内容

一般生命体征	一般状态、神志等
呼吸系统	呼吸困难的程度、呼吸频率、胸腹活动度、辅助呼吸肌活动、呼吸音、人机协调性等
循环系统	心率、血压等
通气参数	潮气量、压力、频率、吸气时间、漏气量等
血气和血氧饱和度	SpO ₂ 、pH、PaCO ₂ 、PaO ₂ 等
不良反应	胃肠胀气、误吸、罩压迫、口鼻咽干燥、鼻面部皮肤压伤、排痰障碍、不耐受、恐惧（幽闭症）、气压伤等

在 NPPV 初期应鼓励患者尽量持续使用 NPPV，直至病情改善。若在应用 NPPV 过程中出现下列情况，即认为 NPPV 失败：①病情明显恶化，呼吸困难和血气指标无明显改善；②出现新的症状或并发症，如气胸、误吸、痰液严重潴留且排除障碍等；③患者严重不耐受；④血流动力学不稳定；⑤意识状态恶化。

对于 NPPV 有效者何时停机尚无统一标准，临床状况改善，并且病情稳定即可考虑逐渐撤离 NPPV。总的来说，NPPV 较 IPPV 使用更为灵活，可根据病情间断使用，也可采用逐渐降低压力支持和/或逐渐延长 NPPV 停用时间的方法撤离。

2.4.5 常见不良反应及防治方法 （1）严重胃肠胀气 主要是因为气道压力高（>25 cmH₂O 时有可能超过食道贲门的压力）或张口呼吸、反复咽气引起。有明显胃肠胀气者，可考虑采取以下措施：避免碳酸饮料摄入，避免吸气压 > 25 cmH₂O，放置胃管持续引流，间断应用 NPPV。

（2）误吸 口咽部分泌物或呕吐物误吸可以引起肺部感染、呼吸衰竭加重等严重的后果。应注意患者体位、防治胃肠胀气等。

（3）口鼻咽干燥 多见于使用鼻罩又有经口漏气时，寒冷季节尤为明显。避免漏气（能够明显降低通过口咽部的气流量）和间歇喝水通常能够缓解症状，也可使用加温湿化器。然而，由于水蒸汽冷凝的作用，会有较多的水在面罩和管道内沉积；也有患者诉闷热不适。因此应该根据每个患者的具体情况而选用。

（4）面罩压迫和鼻面部皮肤损伤 轻度的面罩压迫感比较常见。合理地调整面罩的位置 选用适合患者脸型硅胶或气垫面罩以及调整固定带的张力（能避免漏气的最低张力）可以减轻面罩的压迫症状。鼻梁皮肤损伤比较少

见,主要是因为长时间压迫引起。间歇松开面罩或轮换使用不同类型的面罩,避免长期压迫同一位置,可以避免此并发症。此外,我国自行研制的硅胶面膜型面罩具有良好的防漏气性,比较适合国人面型。

(5) 排痰障碍 NPPV 易致痰液粘稠使痰液排出困难,往往与患者通气需求较大,或伴有较大漏气量,使总的通气量过大而不能充分湿化有关。应保证足够的液体量,少量多次饮水,应用功能较强的主动加温湿化器,间歇让患者主动咳嗽(将呼吸机与面罩的连接暂时断开),保证痰液引流通畅。此外,还可进行胸部物理治疗以辅助患者排痰。NPPV 不应影响患者的正常饮水、咳痰、进食等。

(6) 恐惧(幽闭症) 部分患者对带面罩,尤其是口鼻面罩有恐惧心理,导致紧张或不接受 NPPV 治疗。合适的教育和解释通常能减轻或消除恐惧。观察其他患者成功地应用 NPPV 治疗,有利于提高患者的信心和接受性。

(7) 气压伤 对于合并肺大疱患者应警惕。以维持基本通气为目标,不应过分追求通气状况的改善而提高气道压力。

推荐意见 9 在 AECOPD 应用 NPPV 治疗初期应密切监测生命体征和血气,根据患者治疗反应调整治疗方案,2~4 h 仍无改善,则考虑改换其他治疗方法。(推荐级别: D 级)

3 有创正压机械通气

3.1 适应证

对于 AECOPD 患者,早期 NPPV 的干预明显减少了 IPPV 的使用 16~24,但对于有 NPPV 禁忌或使用 NPPV 失败的严重呼吸衰竭患者,一旦出现严重的呼吸形式、意识、血流动力学等改变,应及早插管改用 IPPV。具体指征,见表 3。

表 3 AECOPD 患者行有创正压通气的适应证

- 危及生命的低氧血症(PaO_2 小于 50 mmHg 或 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ mmHg)
- PaCO_2 进行性升高伴严重的酸中毒($\text{pH} \leq 7.20$)
- 严重的神志障碍(如昏睡、昏迷或谵妄)
- 严重的呼吸窘迫症状(如呼吸频率 > 40 次/min、矛盾呼吸等)或呼吸抑制(如呼吸频率 < 8 次/min)
- 血流动力学不稳定
- 气道分泌物多且引流障碍,气道保护功能丧失
- NPPV 治疗失败的严重呼吸衰竭患者

3.2 人工气道的建立

AECOPD 患者行 IPPV 时,人工气道应首选气管插管,其常见途径包括经鼻气管插管和经口气管插管。经鼻气管插管时,患者耐受性较好,患者可经口饮食,插管留置时间长,且口腔护理方便,但其操作技术要求较高,且鼻窦炎的发生率较高。经口气管插管操作相对简单,管径较粗,

便于痰液引流,鼻窦炎的发生率较低。有研究显示鼻窦炎的发生与呼吸机相关性肺炎有着密切的联系,但对病死率无显著影响。所以, AECOPD 患者行 IPPV 治疗时,人工气道宜选经口气管插管。

气管切开主要用于长期机械通气患者,头部外伤、上呼吸道狭窄或阻塞的患者,或解剖死腔占潮气量较大的患者,如单侧肺或一侧肺严重毁损。虽然对于需长期机械通气的患者早期气管切开能降低机械通气时间及住 ICU 时间,但气管切开后可能发生气管狭窄,对于可能因反复呼吸衰竭而需要多次接受人工通气的 COPD 患者而言,再次实施气管插管或气管切开皆非常困难,因此应严格掌握气管切开的指征,原则上应尽量避免气管切开;若需行气管切开,可选经皮扩张气管切开术(percutaneous dilational tracheostomy)。

推荐意见 10 对于 AECOPD 患者建立人工气道应首选经口气管插管。(推荐级别: D 级)

3.3 通气模式的选择与参数调节

3.3.1 通气模式的选择 在通气早期,为了使呼吸肌得到良好的休息,使用控制通气较为合适,但需尽量减少控制通气的时

间,以避免大量镇静剂的使用和肺不张、通气血流比失调及呼吸肌废用性萎缩的发生。一旦患者的自主呼吸有所恢复,宜尽早采用辅助通气模式,保留患者的自主呼吸,使患者的通气能力得到锻炼和恢复,并为撤机做好准备。

常用的通气模式包括辅助控制模式(A/C)、同步间歇指令通气(SIMV)和压力支持通气(PSV),也可试用一些新型通气模式,如比例辅助通气(PAV)等。其中 SIMV + PSV 和 PSV 已有较多的实践经验,临床最为常用。PSV 的吸气触发、吸气流速和吸呼切换三个环节均由患者控制,人机协调性好,患者感觉舒适,所以上机早期即可考虑单独应用,或与低频率的 SIMV 联用,这样有利于及时动员自主呼吸能力。PAV 尚处于探索阶段,显示了一定的应用前景。

(1) 潮气量(VT)或气道压力(Paw)

目标潮气量达到 6~8 ml/kg 即可,或使平台压不超过 30 cmH₂O 和/或气道峰压不超过 35~40 cmH₂O,以避免 DPH 的进一步加重和气压伤的发生;同时要配合一定的通气频率以保证基本的分钟通气量,使 PaCO_2 值逐渐恢复到缓解期水平,以避免 PaCO_2 下降过快而导致的碱中毒的发生。

(2) 通气频率(f) 需与潮气量配合以保证基本的分钟通气量,同时注意过高频率可能导致 DPH 加重,一般 10~15 次/min 即可。

(3) 吸气流速 (flow) 一般选择较高的峰流速 (40 ~ 60 L/min), 使吸呼比 (I: E) $\leq 1: 2$, 以延长呼气时间, 同时满足 AECOPD 患者较强的通气需求, 降低呼吸功耗, 并改善气体交换。

临床中常用的流速波形主要是递减波、方波和正弦波。对于 COPD 患者, 递减波与其他两种波形相比, 具有能降低气道压、减少死腔量和降低 PaCO_2 等优点。

(4) 外源性 PEEP (PEEPe) 加用适当水平的 PEEPe 可以降低 AECOPD 患者的气道与肺泡之间的压差, 从而减少患者的吸气负荷, 降低呼吸功耗, 改善人机协调性。控制通气时 PEEPe 一般不超过 PEEPi 的 80%, 否则会加重 DPH。临床可采用呼气阻断法 (expiration hold) 测量静态 PEEPi。临床也可常采用以下方法进行设定: 在定容通气条件下从低水平开始逐渐地增加 PEEPe, 同时监测平台压, 以不引起平台压明显升高的最大 PEEPe 为宜。

(5) 吸氧浓度 (FiO_2) 通常情况下, AECOPD 只需要低水平的氧浓度就可以维持基本的氧合。若需要更高水平的氧浓度来维持患者基本的氧合, 提示存在合并症和/或并发症, 如肺不张、肺栓塞、气胸、心功能不全等。

推荐意见 11 对接受有创正压通气的 AECOPD 患者应尽早选用辅助通气模式。(推荐级别: D 级)

推荐意见 12 对接受有创正压通气的 AECOPD 患者应采取限制潮气量和呼吸频率、增加吸气流速等措施以促进呼气。(推荐级别: D 级)

推荐意见 13 对接受有创正压通气的 AECOPD 患者应给予合适水平的外源性 PEEP。(推荐级别: D 级)

推荐意见 14 对接受有创正压通气的 AECOPD 患者应避免 PaCO_2 值下降过快。(推荐级别: E 级)

3.4 监测

3.4.1 呼吸力学的监测

(1) 气道压 应严密监测和限制气道峰压 ($< 35 \sim 40 \text{ cmH}_2\text{O}$) 和平台压 ($< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$), 以避免气压伤的发生。气道峰压的变化主要受气道阻力、胸肺弹性阻力和 PEEPi 的影响, 而平台压主要受胸肺弹性阻力和 PEEPi 的影响, 后者可通过吸气阻断法 (inspiration hold) 测量。对于 AECOPD 患者, 若在机械通气过程中若出现气道峰压增加, 提示患者气道阻力的增加和/或 DPH 加重的可能, 但若同时出现平台压的同步增高, 则 DPH 加重是致气道压增加的主要原因。

(2) PEEPi PEEPi 的形成主要与患者气道阻力的增加、肺部弹性回缩力的下降、呼气时间缩短和分钟通气量增加等有关。可以根据患者临床症状、体征以及呼吸循环监测情况来判断 PEEPi 存在的可能性: ①呼吸机检测示呼气末有持续的气流; ②患者出现吸气负荷增大的征象 (如“三凹征”等) 以及由此产生的人机的不协调; ③难以用循环系统疾病解释的低血压; ④容量控制通气时峰压和平台压的升高。若需准确地测量 PEEPi, 可以采用呼气末气道阻断

法 (expiration hold) 和食道气囊测压法。

(3) 气道阻力 (Raw) 气道阻力的变化往往通过上述气道压力的变化得以反映。为准确测量, 需在完全控制通气条件下通过吸气阻断法来测量。与气道压相比, 影响 Raw 的因素较少, 能更准确地用于判断患者对治疗的反应, 如用于对支气管扩张剂疗效的判断。

3.4.2 气体交换的监测 应使用常规气体交换监测手段, 包括血气分析、呼出气 CO_2 监测等, 来指导通气参数调节。尤其要注意 pH 和 PaCO_2 水平的监测, 避免 PaCO_2 下降过快而导致的严重碱中毒的发生。

推荐意见 15 对接受有创正压通气的 AECOPD 患者应加强对气道压、PEEPi 和气体交换功能的监测。(推荐级别: E 级)

3.5 常见并发症

3.5.1 气压伤 气压伤的常见类型包括肺间质气肿 (pulmonary interstitial emphysema, PIE)、皮下气肿、纵隔气肿和气胸等。其中 PIE 是气压伤的早期表现, 在临床中会发现相当一部分患者仅表现为 PIE、纵隔气肿或皮下气肿而未出现气胸, 正确的识别和处理 PIE 对预防气压伤的进一步加重具有重要意义。

气压伤的发生除受气道压力和潮气量的影响外, 还与基础疾病也有密切的联系。由于存在 DPH 和肺组织本身的病变特点 (如肺气肿、肺大泡等), AECOPD 患者发生气压伤的风险明显增加。因此应在保证患者基本通气和氧合的条件下限制气道压力和潮气量, 预防气压伤的发生 [78]。最近一项研究亦显示在对气道压和潮气量进行限制后, COPD 患者的气压伤的发生率可降至 2.9%。

3.5.2 呼吸机相关性肺炎 (VAP) COPD 是发生 VAP 的一项独立危险因素, 而且此类患者一旦行 IPPV, 其气管插管的时间较长, 易发生 VAP。由于 VAP 使患者住 ICU 时间延长, 死亡风险显著增加 [80], 因此预防 VAP 的发生对改善 AECOPD 患者的预后具有重要意义。VAP 预防措施主要包括: 经口气管插管, 半卧位, 声门下分泌物的引流, 人工鼻 (HME), 有创-无创序贯通气辅助撤机等。

3.5.3 人机对抗 AECOPD 患者出现人机对抗除与患者本身的病情变化和呼吸机及人工气道故障有关外, 还常见于通气模式和参数设置的不当, 包括 PEEPe、潮气量、峰流速和流速波形等。人机不协调会进一步加重 DPH, 进而出现低血压、休克等严重的并发症; 增加呼吸功耗, 加重呼吸肌疲劳; 呼吸频率增快, 出现呼吸性碱中毒等。出现人机不协调后, 应在保证患者基本通气和氧合的条件下积极查找原因并加以处理。

3.6 有创正压通气的撤离

当患者满足以下条件时, 可考虑进行撤机: ①引起呼吸衰竭的诱发因素得到有效控制: 这是撤机的先决条件, 应仔细分析可能的诱发因素并加以处理; ②神志清楚, 可主动配合; ③自主呼吸能力有所恢复; ④通气及氧合功能

良好: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 250 \text{ mmHg}$, $\text{PEEP} < 5 \sim 8 \text{ cmH}_2\text{O}$, $\text{pH} > 7.35$, PaCO_2 达缓解期水平; ⑤血流动力学稳定: 无活动性心肌缺血, 未使用升压药治疗或升压药剂量较小。

当患者满足上述条件后, 可逐渐降低部分通气支持模式的支持力度, 而增加患者的自主呼吸成分, 直至过渡到完全自主呼吸。常用的部分支持通气模式包括 SIMV + PSV 和 PSV 模式。在运用 SIMV + PSV 模式撤机时, 可逐渐降低 SIMV 的指令频率, 当调至 $2 \sim 4 \text{ 次/min}$ 后不再下调, 然后再降低压力支持水平, 直至能克服气管插管阻力的压力水平 ($5 \sim 7 \text{ cmH}_2\text{O}$), 稳定 $4 \sim 6 \text{ h}$ 后可脱机。单独运用 PSV 模式撤机时, 压力支持水平的调节可采取类似方法。与其他撤机方式相比, SIMV 可能会增加撤机的时间, 不宜单独运用于撤机。

自主呼吸试验 (spontaneous breathing trial, SBT) 是指导撤机的常用方法之一。但对于部分 SBT 成功的 AECOPD 患者, 尤其是长期机械通气者, 在拔管后 48 h 内仍需重新气管插管。因此, SBT 只可作为 AECOPD 撤机前的参考。

$35\% \sim 67\%$ 的 COPD 患者存在撤机困难, 其 59% 的机械通气时间用于撤机, 需逐步撤机。造成这些患者撤机困难的主要原因是呼吸泵功能和呼吸负荷之间的不平衡, 表现为撤机过程中呼吸肌肌力下降、中枢驱动增强、 PEEPi 和气道阻力增加等, 亦可由于营养不良、心功能不全和呼吸机依赖等因素造成。所以, 对于撤机困难的 COPD 患者, 在逐渐降低通气支持水平和逐渐延长自主呼吸时间的同时, 还应积极地为撤机创造条件: ①增强呼吸泵的功能: 保持适宜的中枢驱动力、加强呼吸肌肌力和耐力的训练、避免电解质紊乱和酸碱失衡等; ②减少呼吸肌负荷: 如降低 PEEPi 和气道阻力、减少 DPH 的形成、避免人工鼻的使用等; ③加强营养支持; ④对于有心功能不全的患者, 在撤机过程中可适当地使用扩血管、利尿等药物改善患者的心功能; ⑤加强心理支持, 增强患者对撤机的信心。

近年来, 国内外学者将 NPPV 运用于辅助撤机, 发现这种早期拔管改为 NPPV 的方法, 可以显著提高撤机成功率, 缩短 IPPV 和住 ICU 的时间, 降低院内感染率, 并增加患者存活率。

患者能脱离呼吸机并不意味着能拔除气管内导管。在拔管前应确认患者的咳嗽反射正常, 可以有效地清除气管内分泌物和防止误吸, 无明显喉水肿等导致气道阻塞的临床倾向方可考虑拔管。拔管后需密切监测患者生命体征、神志和氧合状态的变化, 鼓励患者咳嗽排痰, 禁食 2 h 以上, 以防止误吸的发生。若拔管后出现气道阻塞、呼吸窘迫、喘鸣、血气指标的严重恶化等情况则需及时重新气管插管。

推荐意见 16 AECOPD 患者撤机前应确保引起呼吸衰竭的诱发因素得到有效控制。(推荐级别: E 级)

推荐意见 17 对 AECOPD 患者应注意纠正呼吸泵功能与呼吸负荷间的失衡。(推荐级别: E 级)

推荐意见 18 在 AECOPD 患者拔管前, 应对其咳嗽功能进行评估。(推荐级别: E 级)

4 无创正压通气在 AECOPD 患者撤机中的应用

采取 NPPV 辅助撤机的方法, 是指接受 IPPV 的急性呼吸衰竭患者, 在未达到脱机后能有效自主呼吸的撤机标准之前即脱离 IPPV, 去除人工气道, 继之施行 NPPV。国内外已有多项 RCT 证实采取这种方法可显著提高 AECOPD 患者的撤机成功率, 缩短 IPPV 和住 ICU 的时间, 降低院内感染率, 增加患者存活率。

4.1 无创正压通气在 AECOPD 患者撤机中的临床价值

4.1.1 缩短留置气管内导管的时间, 减少人工气道相关并发症 近 30% 的急性呼吸衰竭患者在行 IPPV 病情得到控制后需要逐步撤机 (weaning), 而无法耐受截然脱机 (withdraw), 而在 AECOPD 行 IPPV 的患者需要逐步撤机的比例更高达 $35\% \sim 67\%$ 。延长 IPPV 时间会带来许多并发症, 如气道损伤、呼吸机依赖, 另一个重要问题是由于带有气管内导管, 可造成细菌沿气管-支气管树移行、气囊上滞留物下流, 加之吸痰等气道管理操作污染、呼吸机管道污染等, 造成呼吸机相关肺炎 (VAP), 使病情反复、上机时间延长和撤机困难, 而 VAP 的死亡率较普通院内获得性肺炎 (HAP) 高 $2 \sim 10$ 倍。鉴于气管内导管在 VAP 发生中的关键作用, 有人提出将之改称为人工气道相关肺炎 (artificial airway-associated pneumonia)。若能在保证通气效果的前提下, 尽可能地缩短留置气管内导管的时间, 将有助于减少人工气道相关并发症, 这就使采取 NPPV 辅助撤机成为实际需要。

4.1.2 提供正压通气支持, 避免再插管 NPPV 与 IPPV 的主要区别在于是否建立有创人工气道, 而两者的正压通气原理则是相同的, 与 IPPV 时相比, NPPV 同样可以有效地降低呼吸功耗和改善气体交换。因此, 可以将机械通气的治疗作用分为两个方面: 人工气道的治疗作用 (引流气道分泌物、防止误吸、保证有力的呼吸支持) 和呼吸机的正压通气作用。由于 NPPV 技术引入急性呼吸衰竭的治疗, 使建立人工气道和行正压通气不再必然联系在一起, 这使采取 NPPV 辅助撤机在技术上成为可能。

撤机后 48 h 内再插管率在 $5\% \sim 15\%$ 之间。再插管使患者住 ICU 的时间明显延长, 院内感染率及院内死亡率都显著增加。所以, 应尽量避免撤机后再插管的发生。对于 AECOPD 患者拔管后是否需立即改用 NPPV 以降低再插管率, 目前尚无前瞻性的对照研究证实。但早期应用 NPPV 干预轻中度呼吸功能不全的 AECOPD, 能显著降低气管插管率。而对于满足传统撤机标准撤机后立即使用 NPPV 的患者, 其 ICU 病死率显著降低, 亚组分析显示 NPPV 的这种治疗作用在具有慢性肺疾病的患者更突出。如果在撤机后等到呼吸衰竭加重再使用 NPPV, 其死亡率显著高于常规治疗 ($25\% \text{ vs } 14\%$)。因此, 对于尚未达到传统撤机标准而提前拔管的患者, 更有早期应用 NPPV 的需要, 而不必

等到呼吸衰竭明显加重时才给予 NPPV 干预。

4.2 采取无创正压通气辅助撤机的实施

成功实施 NPPV 辅助撤机的关键在于：病情评估，IPPV 与 NPPV 切换点的把握，NPPV 的规范操作。

适合采取 NPPV 辅助撤机的病例首先应具备如前所述应用 NPPV 的基本条件。再者，由于 NPPV 的通气支持水平有限，对于基础肺功能很差而需较高呼吸支持水平的病例也不适合。因此，在所有采取 NPPV 辅助撤机的 RCT 中，均有较明确的病例入选与排除标准。在国内进行的一项研究中，要求入选患者年龄不超过 85 岁，近一年内生活能基本自理，并且存在以下情况之一则予以排除：严重的心、脑、肝、肾功能衰竭，严重营养不良，严重且难以纠正的电解质紊乱，导致无法佩戴鼻/面罩的上气道或面部损伤，咳嗽反射极弱或咯痰无力等。

实施 NPPV 辅助撤机的另一个关键是正确把握 IPPV 转为 NPPV 的切换点。由于 COPD 急性加重主要是由支气管-肺部感染引起，AECOPD 患者建立有创人工气道有效引流痰液并合理应用抗生素后，在 IPPV 5~7 d 时支气管-肺部感染多可得到控制，临床上表现为痰液量减少、粘度变稀、痰色转白、体温下降、白细胞计数降低、胸片上支气管-肺部感染影消退，这一肺部感染得到控制的阶段称为“肺部感染控制窗（pulmonary infection control window, PIC window）”。PIC 窗是支气管-肺部感染相关的临床征象出现好转的一段时间，出现 PIC 窗后若不及时拔管，则很有可能随插管时间延长并发 VAP。出现 PIC 窗时患者痰液引流问题已不突出，而呼吸肌疲劳仍较明显，需要较高水平的

通气支持，此时撤离 IPPV，继之 NPPV，既可进一步缓解呼吸肌疲劳，改善通气功能，又可有效地减少 VAP，改善患者预后。

国外的两项研究在 IPPV 早期以 T 管撤机试验为标准，对撤机试验失败的患者行 NPPV 辅助撤机。对肺部感染不显著的 COPD 患者可采用此法，而支气管-肺部感染明显的患者，以 PIC 窗的出现作为切换点，更符合 COPD 急性加重的治疗规律。

由于患者提前拔管后还合并有较明显的呼吸肌疲劳和呼吸功能不全，往往还需要较长时间的使用 NPPV。因此，规范操作 NPPV 能保证患者从中获得最佳呼吸支持，是成功实施 NPPV 辅助撤机另一重要方面。

推荐意见 19 无创正压通气是 AECOPD 患者早期拔管的有效手段。（推荐级别：B 级）

推荐意见 20 对于支气管-肺部感染为诱发加重因素的 AECOPD 患者，可以肺部感染控制窗作为有创通气与无创通气的切换点。（推荐级别：B 级）

中华医学会重症医学分会《慢性阻塞性肺疾病急性加重患者机械通气指南（2001）》编写工作小组成员：

王辰、刘大为、席修明、邱海波、马晓春、黎毅敏、杜斌、詹庆元、解立新

（收稿日期：2007-03-12）

（本文编辑：何小军）

· 读者·作者·编者·

2007 急诊高级技能与模拟实训学习班

上海交通大学医学院附属新华医院将于 2007 年 6 月中旬，在上海举办国家级继续教育项目“急诊高级技能与模拟实训”，授予 I 类学分 13 分。学习班以“实用技术与最新进展相结合”为宗旨，邀请本领域的专家对各种急救实用技术和新进展进行讲授，主要包括：2005 年版心肺复苏指南讲解及模拟实训，急诊创伤规范化处置，MODS 研究现状及进展，机械通气与危重病，急诊胸痛，腹痛的诊疗策略，医疗风险的规避与纠纷处理，急性中毒，技能实训等。报名方法：将姓名、性别、单位、职务、职称、地址、邮编、电话、传真、E-mail 地址，寄至上海市控江路 1665 号，新华医院 200092，潘曙明或于洋医生收。电话：021-65790000 转 6062 或 6000。也可通过电子邮件 yangyu.robin@gmail.com 报名。

学习班每人学费及资料费共 800 元，住宿费 100 元/天，伙食费自理。