

急性呼吸窘迫综合征的诊断及呼吸支持治疗进展

刘涉泐 周千

广西壮族自治区河池市人民医院重症医学科, 广西壮族自治区河池 547000

通信作者: 刘涉泐, Email: hczzyx@163.com

【摘要】 急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 是发生于危重疾病过程中, 由于肺泡毛细血管内皮细胞和肺泡上皮细胞损伤引起的弥漫性肺间质及肺泡水肿, 表现为进行性低氧血症、呼吸窘迫为特征的临床综合征, 其总体发病率和病死率目前仍居高不下。随着人们对 ARDS 认识的不断深入, 近年来, 越来越多的研究奠定了 ARDS 新的诊疗理念, 早期呼吸功能支持、纠正低氧血症是 ARDS 治疗的首要任务, 机械通气仍是 ARDS 患者的主要的呼吸支持手段, 现就 ARDS 的诊断及呼吸支持治疗进展综述。

【关键词】 急性呼吸窘迫综合征; 诊断; 呼吸支持治疗

基金项目: 广西壮族自治区医药卫生科研项目 (2013532)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.029

A review on progress of diagnosis and respiratory support therapy of acute respiratory distress syndrome

Liu Sheyang, Zhou Gan

Department of Critical Care Medicine, the People's Hospital of Hechi, Hechi 547000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Corresponding author: Liu Sheyang, Email: hczzyx@163.com

【Abstract】 Acute respiratory distress syndrome (ARDS) is a clinical syndrome characterized by progressive hypoxemia and respiratory distress, which occurs in the course of critical illness, and diffuse interstitial and alveolar edema caused by injury of alveolar capillary endothelial cells and alveolar epithelial cells, the overall morbidity and mortality of ARDS are still high. In recent years, with a better understanding of ARDS, more and more researches on this subject have been made, establishing a new concept for the diagnosis and treatment of ARDS. Early respiratory function support and correction of hypoxia are the main measures for treatment of ARDS, and mechanical ventilation is still a primary method for respiratory support of ARDS patients. In this review, we present a summary of the modern advance in diagnosis and respiratory support for treatment of ARDS.

【Key words】 Acute respiratory distress syndrome; Diagnosis; Respiratory support therapy

Fund program: Medical and Health Research Projects in Guangxi Zhuang Autonomous Region (2013532)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.029

急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 是发生于严重感染、创伤、胰腺炎及休克等疾病过程中, 由于肺泡毛细血管和肺泡上皮细胞损伤引起的弥漫性肺间质及肺泡水肿, 以进行性低氧血症、呼吸窘迫为特征的临床常见急性呼吸综合征^[1]。研究显示, 因受诊断标准、病因、危险因素等多方面的影响, 不同国家或地区 ARDS 的发病率也存在着较大差异, 2008 至 2009 年, ARDS 的发病率为 59/10 万人, 18 岁以上人群的发病率为 72/10 万人^[2]。虽然 ARDS 存在病情严重程度及地域的差异, 但总体来看, 近 10 年来 ARDS 的病死率没有明显降低。2011 年发表的对西班牙 ARDS 患者为期 1 年 (2008 年 11 月至 2009 年 10 月) 的流行病学调查显示, 患者的重症加强治疗病房 (ICU) 病死率仍高达 42.7%, 住院病死率也高达 47.8%^[3]。虽然我国有关 ARDS 患者病死率的流行病学数据有限, 但病死率总体上仍较高。北京市科委重大项目多器官功能障碍综合征 (MODS) 课题组于 1998 年 5 月至 2003 年 4 月在北京地区 ICU 进行的 ARDS 临床流行病学调查研究显示, 北京 8 家三级综合性医院 ICU 中 ARDS 的总病死率为 52%^[4]。ARDS 是重症患者呼吸衰竭 (呼衰) 的常见原因, 也是造成重症患者预后不良的主要原因, 现就 ARDS 的诊断及呼吸支持治疗进行综述。

1 诊断标准的进展

ARDS 患者临床上表现为呼吸频率加快、低氧血症, 肺

顺应性明显降低, 肺泡表面张力明显升高; 胸部影像学检查显示早期双肺斑片状浸润阴影, 尸检发现肺质量增加变硬, 光镜下可见肺毛细血管充血扩张, 广泛肺泡萎陷, 并有大量中性粒细胞浸润, 肺泡内有透明膜形成^[5]。1988 年 Murry 等^[6]提出了肺损伤评分 (LIS) 的概念, 对 ARDS 的诊断标准进行了扩展。LIS 评分包含 3 个方面的内容: ① 急性起病; ② 致病因素明确; ③ 根据氧合指数 (PaO₂/FiO₂)、呼气末正压通气 (PEEP) 水平、胸部影像学检查显示有受累象限以及肺顺应性变化而定义为不同程度的肺损伤。LIS 评分强调了肺损伤从轻度到重度的连续发展过程, 对肺损伤进行了量化评价, 并对影像学变化进行了特征性的描述, 有利于科研应用。英国公布的“常规机械通气与体外膜肺氧合 (ECMO) 治疗成人重型呼吸衰竭 (呼衰) 研究 (CESAR)”^[7]以及“人感染猪流感分类研究 (SwiFT)”^[8]均以 Murry 的 LIS 评分作为患者入组标准。但 LIS 评分并未涉及危险因素, 也未排除由心源性肺水肿导致的低氧血症, 且操作繁琐, 限制了其在临床上的推广。

1992 年美欧 ARDS 共识会议 (AECC) 的定义中指出, ARDS 是指急性而非慢性; 同时也定义了 PaO₂/FiO₂ 在 200~300 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 为急性肺损伤 (ALI)。然而, 对于 ALI/ARDS 患者 PaO₂/FiO₂ 的监测时间与机械通气条件的界定未提出任何意见。1994 年 AECC 发布

的 ARDS 定义是：一种不能用左心房或肺毛细血管高压解释；或与其同时存在的一系列临床影像学、生理学异常不能用左心衰竭或肺毛细血管高压解释；或与其同时存在的一系列临床、影像学、生理学异常的炎症和通透性增高综合征^[9]。1994 年 AECC 提出的 ARDS 诊断标准公布后一直沿用了 18 年，其可靠性和有效性一直备受争议，在临床应用过程中也暴露出了诸多问题。

2011 年欧洲重症医学会依据 ARDS 的流行病学、病理生理学和临床研究新证据，在柏林会议上提出了新的 ARDS 诊断标准草案。2012 年，该诊断草案经荟萃分析进一步得到了验证，并简化发表在 JAMA 杂志上。该标准将 ARDS 及 PaO₂/FiO₂ 分为 3 个病程连续发展的过程，并且去除了 ALI 的诊断标准；对 ARDS 的起病时间也进行了规定；加入了 PEEP 对 PaO₂/FiO₂ 的影响；剔除了肺动脉楔压 (PAWP) 对心功能不全的诊断；临床可以借鉴胸部影像学协助对中重度 ARDS 进行分层；同时诊断提出了导致 ARDS 的一些危险因素。自 2011 年柏林标准^[10](表 1) 公布以来，其应用日益广泛。

表 1 2011 年 ARDS 柏林诊断标准

参数	诊断标准
起病原因	1 周内急性起病的已知损伤或新发的呼吸系统症状
胸部影像学	双肺透亮度下降，不能由胸腔积液、肺叶不张 / 肺不张或结节完全解释
肺水肿原因	不能由心衰或液体超负荷完全解释的呼吸衰；无危险因素的正静水压力性水肿，需要客观评价指标 (如超声心动图)
低氧血症	轻度：PEEP 或 CPAP ≥ 5 cmH ₂ O 时 200 mmHg < PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 300 mmHg 中度：PEEP 或 CPAP ≥ 5 cmH ₂ O 时 100 mmHg < PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 200 mmHg 重度：PEEP ≥ 5 cmH ₂ O 时 PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 100 mmHg

注：胸部影像学包括 X 线和 CT；如海拔高于 1 000 m，PaO₂/FiO₂ 需要校正，校正 PaO₂/FiO₂ = PaO₂/FiO₂ × (大气压 / 760)；CPAP 是指在使用无创通气时的持续气道正压；1 cmH₂O = 0.098 kPa

2 治疗方法的进展

2.1 氧疗：氧疗是纠正 ARDS 患者低氧血症的基本手段，可根据患者低氧血症的改善程度和对治疗的反应而调整氧疗方式。使用过程中首先采用鼻导管；当需要较高的吸入氧浓度 (FiO₂) 时，采用可调节 FiO₂ 的文丘里面罩或带贮气囊的非重吸式氧气面罩。由于 ARDS 患者通常存在严重的低氧血症，因此常规氧疗手段恐难以奏效，所以机械通气仍然是主要的呼吸支持方法。

2.2 无创通气治疗：对于心源性肺水肿、慢性阻塞性肺疾病急性加重 (AECOPD) 等疾病患者，使用无创通气可以起到良好的呼吸支持作用，并能减少气管插管率及其并发症发生率，近年来在临床上得到了广泛的推广应用。

在无创通气技术中，面罩是连接呼吸机和患者的装置，是无创通气成功实施的关键。但使用面罩通气有可能导致患者鼻面部皮肤损伤、口咽干燥、排痰障碍、胃胀气、无效腔增加等不良反应的发生。为了改善无创通气的性能，最近临

床上开始尝试使用一种新设计的头罩作为无创通气患者的连接装置。2016 年 Patel 等^[11]发表了一篇单中心、随机对照临床试验，结果显示，与面罩无创通气相比，头罩无创通气能显著降低 ARDS 患者的插管率。虽然该研究肯定了头罩无创通气的优势，但其在 ARDS 患者中的应用仍处于临床探索阶段，应用指征也存在争议，尚需要大型的随机对照研究等循证医学证据支持。

近年来研究显示，无创通气还可尝试用于早期轻度 ARDS 患者，并能避免此类患者的有创机械通气。2012 年 Zhan 等^[12]进行的多中心随机对照研究显示，无创通气能降低早期 ALI 患者气管插管率 [4.8% (1/21) 比 36.8% (7/19), P=0.02]，同时有降低住院病死率趋势 [4.8% (1/21) 比 26.3% (5/19), P=0.09]。虽然该研究因样本数偏少 (40 例) 而受到质疑，但研究结果仍提示，针对早期轻度 ARDS 患者，无创通气可作为有益的治疗尝试。

无创通气还可用于 ARDS 患者的序贯性撤机。Vaschetto 等^[13]观察到，对原发病已经控制的机械通气 ARDS 患者，如果 PEEP + 压力支持 (PS) ≤ 25 cmH₂O，PaO₂/FiO₂ > 200 mmHg，并且 FiO₂ < 0.60。早期将有创通气转为无创通气能降低患者的有创机械通气时间，并且不增加住院病死率和 ICU 住院时间。

2.3 肺保护性通气：ARDS 肺损伤不均一性表现为重力依赖区肺泡塌陷、正常通气肺组织与非重力依赖区肺泡过度膨胀同时存在。因此，为了维持正常肺组织通气，避免剪切伤和动态过度膨胀的发生，是目前 ARDS 机械通气的目标^[14]。在 ARDS 患者实施机械通气时，首先要保证基本的氧合和通气需求，同时还应尽量避免肺损伤的发生。近年来，小潮气量通气 (6 mL/kg) 与平台压 ≤ 30 cmH₂O 已经在医学界得到普遍认同，认为这是预防性肺保护的一种有效方法。研究显示，尽早诊断 ARDS，早期采取小潮气量通气可以改善患者预后^[15]。目前，临床上早期小潮气量的实施仍具有挑战，缺乏相关的临床实践指南。临床除早期识别 ARDS 患者外，精确预测体质量也是关键，公认目前存在的问题是，对女性和肥胖患者进行早期小潮气量的设置还比较困难。

2.4 应变力指导下的肺保护性通气策略：对于腹腔高压的重症患者合并 ARDS 时，采用限制性平台压和小潮气量的策略来指导机械通气可能难以达到满意的效果，近年来，肺应力和应变的概念作为新的指导机械通气的目标已经得到了越来越广泛的关注。应力是指外力作用于某单位面积物体表面，导致物体内部出现大小相等方向相反的内力；而在外力作用下物体发生的任何结构改变就叫做应变。在宏观水平，可以将肺应力定义为使肺扩张时，肺组织内所产生的压力。这里的扩张力对应的是跨肺压，即气道压和胸腔内压之间的差值。肺应变定义为呼吸时肺容积的改变与肺残气量的比值。目前，越来越多的学者强调应该将肺容积和应变的概念应用于机械通气的调整中去。目前，食道球囊测量食道压是了解胸腔内压的一个主要手段，跨肺压是指通气过程中肺泡内外的压力差，主要用以克服肺弹性阻力，反映肺组织弹性阻力的变化，食道内压力测量技术的成熟使得常规监测

跨肺压成为可能,以食道压为指导的通气策略即以最小的跨肺压获得肺的最佳顺应性,已成为机械通气的目标^[16]。这种策略主要用于严重呼吸衰、机械通气时吸气峰压高的患者,至少需要满足以下4个条件之一:①低呼吸系统顺应性,定义为 $<49 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$;② $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300 \text{ mmHg}$;③需要 $\text{PEEP} > 10 \text{ cmH}_2\text{O}$ 以维持血氧饱和度 >0.90 ;④二氧化碳分压(PaCO_2) $>60 \text{ mmHg}$ 或呼吸性酸中毒引起的 pH 值 <7.2 。

体外呼吸支持装置由于能在提供足够气体交换的同时,显著降低机械通气的负担,使得肺能得到部分乃至完全的休息^[17]。ECMO使得完全控制肺的应力和应变成为可能,并可以显著缩短肺暴露于高应力应变中的时间,从而减少肺的进一步损伤^[18]。由于ECMO能纠正低氧血症,改善氧代谢并维持血流动力学稳定,可为肺部原发病的诊治赢得时间^[19],从而降低患者病死率,近年来得到了越来越广泛的应用。近期,有研究探讨以维持ARDS目标氧合的跨肺压为指征进行ECMO治疗的可行性^[20]。

2.5 俯卧位通气:ARDS时通过缺氧性肺血管收缩、血管收缩因子释放、间质水肿压迫血管、血管重塑及血栓栓塞等病理生理机制导致肺血管阻力(PVR)升高,形成肺动脉高压和右心后负荷增加,最终导致右心衰竭^[21]。研究显示,约20%~25%的ARDS患者合并急性肺心病(ACP),ARDS时肺的通气并不均一,塌陷区和通气正常区域共同存在,高PEEP可使塌陷区域复张,但同时可导致正常通气区域过度膨胀,从而影响右心室功能,因此,ARDS机械通气时,不能只关注氧合的改善,还需要采取右心保护性通气策略,即控制平台压、改善氧合、控制高碳酸血症,从而降低肺血管阻力,达到保护右心室功能的作用。俯卧位通气可以诱导肺泡复张而不导致过度膨胀,从而同时保护肺和右心室^[22]。因此,对于极为严重ARDS患者,机械通气24~48h后 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 仍然 $<100 \text{ mmHg}$ 且合并ACP患者,应考虑联合俯卧位通气。目前,俯卧位通气已逐渐成为重症ARDS的标准治疗措施。俯卧位通气通过降低胸腔内压力梯度、减少心脏的压迫效应、促进重力依赖区肺泡复张,有利于改善通气/血流比例和氧合;同时有助于肺内分泌物引流,利于肺部感染的控制^[23]。

2.6 高频震荡通气(HFOV):HFOV是20世纪80年代发展起来的一种新型“保护性肺通气”模式。它是利用小于或等于解剖死腔的潮气量,通过高于生理呼吸频率的震荡,在肺内形成正负双相压力变化的一种高频通气方法^[24]。HFOV通过提供高平均气道压可以始终保持肺开放,减轻肺组织因反复开闭而产生的剪切应力损伤,可以作为ARDS常规通气失败后的一种补救治疗。2013年2月28日*N Engl J Med*同时在线提前发表了分别来自加拿大和英国重症医学研究组主持的两项关于HFOV治疗ARDS的多中心研究报告,2份报告均显示,与小潮气量、高PEEP相比,HFOV并未降低甚至可能会增加ARDS的院内病死率^[25],其原因可能与HFOV实施过程中引起的不良反应有关^[26]。目前国内外关于HFOV治疗ARDS的临床研究较少,大多局限在新生儿和儿童的应用。

2.7 变异性通气:变异性通气是在控制通气或辅助通气模式基础上,整合压力或潮气量的变异而实现的通气。如何采集变异性并将其整合在机械通气中是变异性通气的前提。变异性可通过采集健康志愿者或动物的心率、血压、呼吸频率等生理指标获得;也可以通过电脑随机产生的变异,将变异整合在机械通气模式中,使得机械通气时患者的潮气量和呼吸频率或气道压也出现变异性变化,从而实现变异性通气^[27]。目前研究表明,变异性通气有促进塌陷肺组织复张、改善通气/血流比例及肺保护等作用^[28]。因此,有望解决传统机械通气面临的困境,为ARDS保护性通气策略提供了新的发展方向。

2.8 液体通气:部分液体通气是在常规机械通气的基础上经气管插管向肺内注入相当于功能残气量的全氟碳化合物,以降低肺泡表面张力,促进肺重力依赖区塌陷肺泡复张^[29]。目前,液体通气治疗仍然处于实验研究阶段,对ARDS患者的预后无明显改善,近期尚不能成为治疗ARDS的常规手段。早期积极有力的呼吸支持治疗,是纠正或改善顽固性低氧血症的关键手段,也是ARDS治疗的首要任务,可使患者不至于死于早期严重的低氧血症,为治疗赢得时间。

参考文献

- [1] Phua J, Badia JR, Adhikari NK, et al. Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased over time?: a systematic review [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2009, 179 (3): 220-227. DOI: 10.1164/rccm.200805-7220C.
- [2] Villar J, Blanco J, Añón JM, et al. The ALIEN study: incidence and outcome of acute respiratory distress syndrome in the era of lung protective ventilation [J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37 (12): 1932-1941. DOI: 10.1007/s00134-011-2380-4.
- [3] Bersten AD, Edibam C, Hunt T, et al. Incidence and mortality of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in three Australian States [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 165 (4): 443-448. DOI: 10.1164/ajrcm.165.4.2101124.
- [4] 北京市科委重大项目MODS课题组. 1998—2003年北京地区重症加强治疗病房急性呼吸窘迫综合征的临床流行病学调查 [J]. *中华危重病急救医学*, 2007, 19 (4): 201-204. DOI: 10.3760/j.issn:1003-0603.2007.04.003. The Research Group of Major Project Granted by Beijing Municipal Sciences and Technology Commission the Diagnosis and Treatment of MODS. Epidemiological investigation on acute respiratory distress syndrome occurring in intensive care units in Beijing from 1998 to 2003 [J]. *Chin Crit Care Med*, 2007, 19 (4): 201-204. DOI: 10.3760/j.issn:1003-0603.2007.04.003.
- [5] 蔡映云. 呼吸重症监护和治疗 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2006: 482-483. Cai YY. *Respiratory intensive care and treatment* [M]. Beijing: Science and Technology Literature Press, 2006: 482-483.
- [6] Murray JF, Matthay MA, Luce JM, et al. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome [J]. *Am Rev Respir Dis*, 1988, 138 (3): 720-723. DOI: 10.1164/ajrcm/138.3.720.
- [7] Peek GJ, Clemens F, Elbourne D, et al. CESAR: conventional ventilatory support vs extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure [J]. *BMC Health Serv Res*, 2006, 6: 163. DOI: 10.1186/1472-6963-6-163.
- [8] Noah MA, Peek GJ, Finney SJ, et al. Referral to an extracorporeal membrane oxygenation center and mortality among patients with severe 2009 influenza A (H1N1) [J]. *JAMA*, 2011, 306 (15): 1659-1668. DOI: 10.1001/jama.2011.1471.
- [9] Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994, 149 (3 Pt 1): 818-824. DOI: 10.1164/ajrcm.149.3.7509706.
- [10] Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. *JAMA*, 2012, 307 (23): 2526-2533. DOI: 10.1001/jama.2012.5669.
- [11] Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, et al. Effect of noninvasive ventilation delivered by helmet vs face mask on the rate of

endotracheal intubation in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2016, 315 (22): 2435-2441. DOI: 10.1001/jama.2016.6338.

[12] Zhan Q, Sun B, Liang L, et al. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for acute lung injury: a multicenter randomized controlled trial [J]. Crit Care Med, 2012, 40 (2): 455-460. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318232d75e.

[13] Vaschetto R, Turucz E, Dellapiazza F, et al. Noninvasive ventilation after early extubation in patients recovering from hypoxemic acute respiratory failure: a single-centre feasibility study [J]. Intensive Care Med, 2012, 38 (10): 1599-1606. DOI: 10.1007/s00134-012-2652-7.

[14] Soroksky A, Esquinas A. Goal-directed mechanical ventilation: are we aiming at the right goals? A proposal for an alternative approach aiming at optimal lung compliance, guided by esophageal pressure in acute respiratory failure [J]. Crit Care Res Pract, 2012, 2012 : 597932. DOI: 10.1155/2012/597932.

[15] Gattinoni L, Quintel M. Fifty years of research in ARDS why is acute respiratory distress syndrome so important for critical care? [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 194 (9): 1051-1052. DOI: 10.1164/rccm.201604-0662ED.

[16] Gattinoni L, Carlesso E, Langer T. Towards ultraprotective mechanical ventilation [J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2012, 25 (2): 141-147. DOI: 10.1097/ACO.0b013e3283503125.

[17] Nierhaus A, Frings DP, Braune S, et al. Interventional lung assist enables lung protective mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome [J]. Minerva Anesthesiol, 2011, 77 (8): 797-801.

[18] Grasso S, Terragni P, Birocco A, et al. ECMO criteria for influenza A (H1N1)-associated ARDS: role of transpulmonary pressure [J]. Intensive Care Med, 2012, 38 (3): 395-403. DOI: 10.1007/s00134-012-2490-7.

[19] Price LC, McAuley DF, Marino PS, et al. Pathophysiology of pulmonary hypertension in acute lung injury [J]. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol, 2012, 302 (9): L803-815. DOI: 10.1152/ajplung.00355.2011.

[20] Lhéritier G, Legras A, Caille A, et al. Prevalence and prognostic value of acute cor pulmonale and patent foramen ovale in ventilated patients with early acute respiratory distress syndrome: a multicenter study [J]. Intensive Care Med, 2013, 39 (10): 1734-1742. DOI: 10.1007/s00134-013-3017-6.

[21] Young D, Lamb SE, Shah S, et al. High-frequency oscillation for acute respiratory distress syndrome [J]. N Engl J Med, 2013, 368 (9): 806-813. DOI: 10.1056/NEJMoa1215716.

[22] 杨茂宪, 施云超, 姜傲, 等. 俯卧位通气对肺外源性急性肺损伤的治疗作用 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2014, 21 (4): 294-297. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2014.04.21.

Yang MX, Shi YC, Shu J, et al. Effects of prone ventilation on extra pulmonary acute lung injury [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2014, 21 (4): 294-297. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2014.04.21.

[23] Ferguson ND, Cook DJ, Guyatt GH, et al. High-frequency oscillation in early acute respiratory distress syndrome [J]. N Engl J Med, 2013, 368 (9): 795-805. DOI: 10.1056/NEJMoa1215554.

[24] Lunkenheimer PP, Rafflenbeul W, Keller H, et al. Application of transtracheal pressure oscillations as a modification of "diffusing respiration" [J]. Br J Anaesth, 1972, 44 (6): 627.

[25] Malhotra A, Drazen JM. High-frequency oscillatory ventilation on shaky ground [J]. N Engl J Med, 2013, 368 (9): 863-865. DOI: 10.1056/NEJMe1300103.

[26] 刘大为. 实用重症医学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 5545.

Liu DW. Practical critical care medicine [M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017: 5545.

[27] Gama de Abreu M, Spieth PM, Pelosi P, et al. Noisy pressure support ventilation: a pilot study on a new assisted ventilation mode in experimental lung injury [J]. Crit Care Med, 2008, 36 (3): 818-827. DOI: 10.1097/01.CCM.0000299736.55039.3A.

[28] Ma B, Suki B, Bates JH. Effects of recruitment/derecruitment dynamics on the efficacy of variable ventilation [J]. J Appl Physiol (1985), 2011, 110 (5): 1319-1326. DOI: 10.1152/japplphysiol.01364.2010.

[29] 刘大为. 实用重症医学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 5545.

Liu DW. Practical critical care medicine [M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017: 5545.

(收稿日期: 2018-05-09)

• 读者 • 作者 • 编者 •

本刊常用不需要标注中文的缩略语

丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)
 天冬氨酸转氨酶 (aspartate aminotransferase, AST)
 国际标准化比值 (international normalized ration, INR)
 红细胞沉降率 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)
 超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)
 活化部分凝血活酶时间
 (activated partial thromboplastin time, APTT)
 癌胚抗原 (carcinoembryonic antigen, CEA)
 死亡诱导信号复合物
 (death inducing signaling complex, DISC)
 缺血修饰蛋白 (ischemia modified albumin, IMA)
 缺氧诱导因子 -1 (hypoxia inducible factor-1, HIF-1)
 碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)
 活性氧簇 (reactive oxygen species, ROS)
 基质金属蛋白酶 -9 (matrix metalloproteinase-9, MMP-9)
 电压依赖性阴离子通道
 (voltage-dependent anion channel, VDAC)
 动作电位时程 (action potential duration, APD)
 泛素结构域 (ubiquitin-like domain, UBL)
 多器官功能障碍综合征
 (multiple organ dysfunction syndrome, MODS)
 慢性阻塞性肺疾病急性加重期 (acute exacerbation of
 chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD)
 急性呼吸窘迫综合征
 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)

肺动脉楔压 (pulmonary artery wedge pressure, PAWP)
 肺泡上皮细胞 (alveolar epithelial cell, AEC)
 高频震荡通气 (high frequency oscillatory ventilation, HFOV)
 呼气末正压通气 (positive end-expiratory pressure, PEEP)
 急性肺损伤 (acute lung injury, ALI)
 体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)
 非小细胞肺癌 (non-small-cell lung cancer, NSCLC)
 急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI)
 梗死相关动脉 (infarct related artery, IRA)
 心肌梗死溶栓治疗
 (thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)
 急性梗阻性化脓性胆管炎
 (acute obstructive suppurative cholangitis, AOSC)
 内镜下胆管内引流 (endoscopic nasobiliary drainage, ENBD)
 甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌
 (methicillin susceptible *Staphylococcus aureus*, MSSA)
 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌
 (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA)
 简易智能精神状态检查量表
 (mini mental state examination, MMSE)
 焦虑自评量表 (self-rating anxiety scale, SAS)
 经外周静脉穿刺中心静脉置管
 (peripherally inserted central catheter, PICC)
 酶联免疫吸附试验
 (enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)