

成人急性呼吸窘迫综合征

概要

要点

- 急性呼吸窘迫综合征（acute respiratory distress syndrome, ARDS）为严重且常致命的急性呼吸衰竭；特征为弥漫性炎症性肺损伤、快速进展的肺血管通透性增加、肺重量增加和低氧血症
- 最常继发于肺炎、非肺源性脓毒血症和创伤。呼吸功能恶化最常在临床损伤后 1 周内出现¹
- 主要诊断依据为动脉血气分析显示低氧血症（ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ ）及 X 线检查显示双肺浸润影；可能需行超声心动图确定胸片浸润影不是由心源性肺水肿导致¹
- 治疗主要采取肺保护模式（即低潮气量和/或低压通气）、高浓度氧气，以及 PEEP 进行传统机械通气
- 其他支持性治疗措施包括机械通气期间保持俯卧位、保守的液体管理方案以及提供肠内营养以预防呼吸肌无力
- 其他治疗应重点解除基础病因
- 病死率高，可达 46%；幸存者通常残留肺损伤；中国上海市 15 家成人 ICU 2001 年 3 月 ~ 2002 年 3 月 ARDS 病死率高达 68.5%；不同研究中 ARDS 的病因构成、疾病状态和治疗条件的不同可能是导致 ARDS 病死率不同的主要原因^{1 2}

易犯错误

- 早期阶段很难与心源性肺水肿（cardiogenic pulmonary edema, CPE）鉴别，可能导致关键干预措施延迟⁵
- 2019 年 9 月，美国 CDC 发现了电子烟导致的肺损伤暴发；应注意可能导致严重肺部疾病，包括 ARDS^{6 7}

急症处理

- 采取低潮气量、呼气末正压（positive end expiratory pressure, PEEP）及中高浓度氧气的通气模式进行传统机械通气，目的是最大程度改善氧合^{3 4}
- 俯卧位可以降低病死率⁴

临床定义及分类

临床定义

- ARDS 为严重且常致命的急性呼吸衰竭；特征是弥漫性炎症性肺损伤、快速进展的肺血管通透性增加、肺重量增加和低氧血症
- 在临床损伤如肺炎、非肺源性脓毒症、误吸胃内容物或或创伤之后发生
- ARDS 的柏林定义包括符合以下所有标准¹:
 - 症状急性发作（或非急性症状加重）发生于已知临床损伤后 1 周内
 - 低氧血症，标准为 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ ，同时 PEEP 或持续气道正压（continuous positive airway pressure, CPAP） $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$
 - 胸部影像学检查显示双肺浸润影，无法用炎症渗出、肺不张或结节进行解释，且非心源性
 - 无法完全用心力衰竭或液体超负荷解释的呼吸衰竭或肺水肿

临床分类

- 在传统机械通气下，采用下列分类方法：
 - 根据低氧血症的程度，将 ARDS 分为下列三类¹:
 - 轻度： $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$

- 中度: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$
- 重度: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$
- 为了进行严重程度分类, PEEP 至少需要 $5 \text{ cmH}_2\text{O}$; 也可以使用 CPAP 实施无创通气, 以对轻症患者进行分类¹

诊断

临床表现

病史

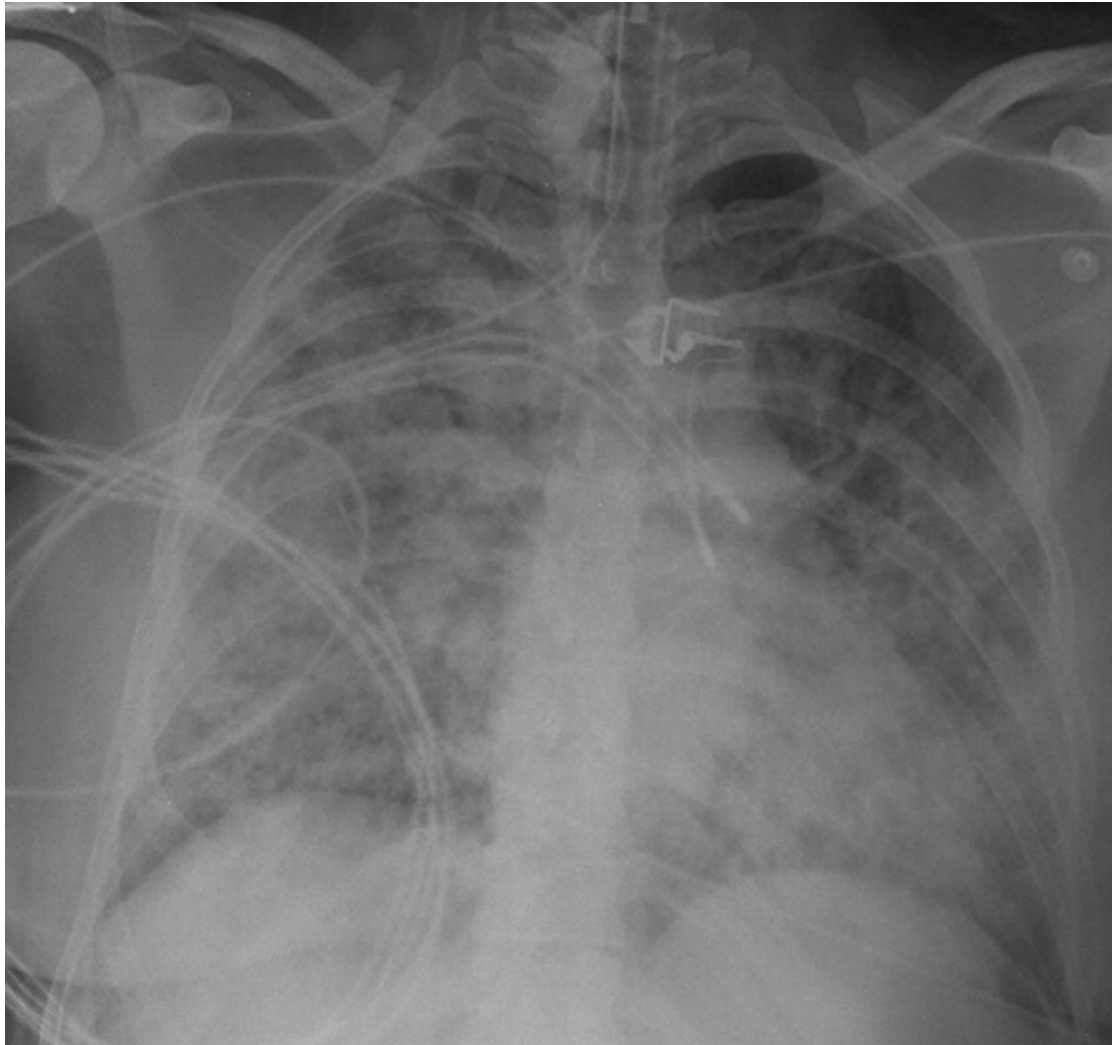
- 近期有已知的临床损伤 (通常在 3 天内, 几乎都在 7 天内) 后出现新发或加重的呼吸道症状¹
 - 已知充血性心力衰竭病史 (或近期症状提示充血性心力衰竭) 可能提示心源性肺水肿
- 症状严重程度各异, 有些病例初期症状轻微; 均在数小时内出现病情加重
 - 呼吸困难
 - 咳嗽
 - 胸部不适
 - 焦虑

体格检查

- 可能出现明显发绀
- 静息时呼吸急促
- 静息时心动过速
- 常出现低血压

- 可能出现或不出现发热，取决于基础病因是否为感染
- 使用辅助呼吸肌（通常提示中至重度疾病）
- 就诊时双肺出现粗糙捻发音
- 四肢厥冷、皮肤花斑伴毛细血管再充盈时间延长（超过 2 秒）提示无效循环
- 仔细评估：
 - 心源性肺水肿的体征（可与 ARDS 相似，也可与 ARDS 并存），包括双侧湿啰音、颈静脉怒张、S₃/S₄奔马律、肝肿大和坠积性水肿
 - 基础感染的体征，包括肺炎（羊鸣音、啰音、叩诊浊音）、淋巴结肿大和皮肤脓毒性栓子

诊断方法



From Janz DR et al: Approach to the patient with the acute respiratory distress syndrome. Clin Chest Med. 35(4):685-96, 2014, Figure 4.

胸部 X 线检查。重症患者的胸部 X 线检查可见双肺浸润影。

主要诊断依据

- 按照柏林定义，根据病史、体格检查结果、动脉血气分析结果和影像学检查结果进行诊断¹
 - 胸部 X 线检查是初步诊断评估¹
 - CT 不是常规检查，但通常用于获得更详细的信息

- 早期阶段很难根据病史和体格检查与心源性肺水肿进行鉴别，可能导致关键干预措施延迟；使用经胸超声心动图检查可能有帮助

实验室检查

- 动脉血气分析¹
 - 适用于在所有怀疑 ARDS 的患者中进行诊断和持续监测
 - 结果显示：
 - 不同程度的低氧血症
 - 最早的表现是呼吸性碱中毒；随着病情进展，会出现呼吸性酸中毒伴高碳酸血症
 - 肺泡-动脉血氧分压差增宽
 - $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 可用于评估严重程度¹：
 - 轻度： $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$
 - 中度： $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$
 - 重度： $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$
- 常规实验室检查包括 CBC、血液生化和凝血检查；此外，通常进行下列实验室检查：
 - 脑钠肽或 N 末端脑钠肽前体（鉴别心源性和非心源性肺水肿）
 - 结果低于 100 pg/ml 诊断 ARDS 的特异性较高（约 95%）；但是，高水平并不能排除诊断¹⁴
 - 痰液革兰氏染色和培养

- 如果怀疑急性胰腺炎，检测血清淀粉酶或脂肪酶

影像学检查

- 胸部 X 线检查
 - 适用于所有怀疑 ARDS 的患者，进行诊断和持续监测¹
 - 在诱发事件后数小时内，肺部表现可能正常¹
 - 在 24 小时内，常出现明显双肺模糊浸润影¹
 - 在重度 ARDS 患者中，通常在 3 或 4 个肺象限中出现浸润模糊影¹
- CT 检查
 - 用于在某些病例中确定呼吸道症状的基础原因（例如癌症、慢性间质性肺病、肺水肿）¹
 - 广泛的斑片状或融合的模糊影符合 ARDS 的表现
 - 移动危重患者进行 CT 扫描前应分析利弊
- 超声心动图检查¹
 - 目的是通过排除 CPE 辅助临床判断；然而，心源性肺水肿和非心源性肺水肿可能同时存在
 - 提示心源性肺水肿的表现包括左心室射血分数明显降低、舒张功能障碍以及主动脉瓣或二尖瓣功能障碍

鉴别诊断

最常见

- 心源性肺水肿

- 临床指标

- 心脏检查结果异常
 - 第三心音（S₃ 奔马律）
 - 心脏杂音
 - 心律不齐
 - 心搏最强点移位
 - 颈静脉压力升高
- X线检查异常表现可能与 ARDS 的表现互相重叠；异常包括：
 - 肺静脉充血
 - Kerley B 线
 - 心脏扩大
 - 胸腔积液

- 鉴别特征

- 超声心动图显示心功能不全支持心源性肺水肿的诊断
- 血浆脑钠肽（BNP）水平 < 100 pg/ml 支持 ARDS 的诊断^{14 15}

- 病毒性或细菌性肺炎

- 临床指标

- 在发病前，可能有上呼吸道症状

- 很有可能出现发热

- 鉴别特征

- 病史、体格检查和诊断性检查结果不符合柏林定义¹
- 痰液涂片、培养和/或快速抗原检测提示感染
- 支气管肺泡灌洗的细胞学结果支持病毒性肺炎

- 除了作为可能的鉴别诊断，肺炎本身也是导致 ARDS 的最常见肺部疾病

不太常见

- 慢性间质性肺病（例如特发性肺纤维化、职业性肺病、自身免疫性疾病）

- 临床特征

- 由弥漫性肺泡损伤导致的呼吸困难和咳嗽，在数月或数年内缓慢进展
 - 但是，慢性间质性肺病有时会迅速恶化，表现类似于 ARDS
- 基础疾病的相关症状/体征（例如自身免疫性疾病的关节痛或关节炎）
- 早期 X 线检查可能显示胸膜下网格状改变和浸润影

- 鉴别特征

- 缓慢、进行性起病
- 不符合柏林定义¹
- CT 扫描可能提示诊断
- 肺组织活检可以确诊

- 急性间质性肺炎（相关疾病：[急性间质性肺炎](#)）

- 临床特征
 - 呼吸衰竭快速进展，其症状和影像学表现在临床上与 ARDS 类似，但没有明确的诱因
- 鉴别特征
 - 难以鉴别；可以认为是特发性 ARDS
- 恶性肿瘤（相关疾病：[非小细胞肺癌](#)）
 - 临床特征（相关疾病：[小细胞肺癌](#)）
 - 快速进展的癌症在肺部扩散，其表现可能与 ARDS 相似
 - 原发病通常为淋巴瘤或急性白血病
 - 鉴别特征
 - 不符合柏林定义¹
 - 支气管肺泡灌洗可能发现恶性肿瘤细胞
- 弥漫性肺泡出血
 - 临床指标
 - 起初表现为咯血（2/3 的患者），在数天到数周内演变成进行性贫血、弥漫性肺泡浸润和低氧血症型呼吸衰竭
 - 通常由基础结缔组织病导致，少部分病例由毒素吸入或药物反应导致
 - 鉴别特征

- 因为症状和影像学表现缺乏特异性，通常需要多次进行支气管肺泡灌洗才能诊断
- 1/3 的患者无咯血，可能难以与 ARDS 患者鉴别
- 灌洗液中的肺泡内红细胞数量越来越多，在 48 ~ 72 小时内出现吞噬含铁血黄素的巨噬细胞
- 血常规显示进行性贫血

病因和危险因素

病因

- 直接肺泡损伤
 - 肺炎
 - 吸入胃内容物
 - 溺水
 - 吸入有毒物质（例如氯气、高浓度氧）
 - 脂肪、羊水或空气栓塞
 - 电子烟相关性损伤⁸
- 间接肺泡损伤
 - 脓毒血症（非肺源性）
 - 创伤
 - 多次输血

- 药物反应（例如呋喃妥因、胺碘酮、抗癌药物）或药物过量（例如阿片类药物）
- 体外循环
- 烧伤
- 急性胰腺炎

危险因素

年龄

- 可能发生于任何年龄
- 对于创伤患者，风险随年龄增长递增，直至 60~69 岁；之后风险逐渐降低⁹
- 电子烟相关性肺部疾病中，大多数患者的年龄为 18 ~ 34 岁⁶

性别

- 在创伤患者中，女性风险较高¹⁰

种族

- 大型流行病学研究显示，黑种人的病死率高于白种人¹¹

其他危险因素

- 全球范围内，脓毒症是最常见的危险因素
- 60% ~ 70%需要重症监护的 COVID-19 患者患有（或会出现）ARDS¹³
- 慢性酒精使用障碍会明显增加危重症患者发生急性呼吸窘迫综合征的风险

治疗

治疗方法	PaO ₂ to FiO ₂ ratio		
	300-200	200-100	100-0
俯卧位	不推荐		推荐
6 mL/kg 潮气量		推荐	
顺阿曲库铵	不推荐		推荐
平台压低于30 cm H ₂ O		推荐	
PEEP增加	不推荐		谨慎推荐
保守输液		推荐	
肺复张手法		仅在个体化分析基础上推荐	
体外膜氧合	不推荐		可考虑
正性肌力药物	所有情况下都推荐保持适当的心输出量		
食管引导PEEP	鼓励使用, 但是数据不足		
吸入一氧化氮	不推荐		
高频振荡通气	不推荐, 可能有害		可能用作挽救措施

From Przybysz TM et al: Early treatment of severe acute respiratory distress syndrome. Emerg Med Clin North Am. 34(1):1-14, 2016, Figure 4.

基于 PaO₂/FiO₂指导 ARDS 的治疗。

治疗目标

- 通过机械通气及调节 FiO₂和 PEEP 维持氧合；ARDS 治疗目标为使 PaO₂保持在 55 ~ 80 mmHg 或经皮氧饱和度 (SpO₂) 在 88% ~ 95%¹⁶
- 使用保护性通气模式（即容量限定和/或压力限定模式），避免发生呼吸机导致的肺损伤
- 在血流动力学稳定的患者中，维持液体平衡或液体负平衡
 - 目标中心静脉压为 4~ 8 mmHg¹⁷
 - 尿量超过 0.5 ml/kg¹⁷
 - 足够的心输出量¹⁷
- 明确并治疗或逆转基础病因

住院及转诊

入院标准

ICU 收治标准

- 所有已确诊或怀疑 ARDS 的患者

推荐转诊专科医生

- 转诊给呼吸科或重症医学科进行通气管理
- 如果怀疑感染，请感染科医生会诊

治疗方法

主要治疗为在 ICU 中进行支持治疗

- 使用 PEEP 和保护性通气模式（低潮气量通气和低压通气）进行机械通气，减轻呼吸机所致的肺损伤^{18 19 20}
 - 少数患者可以通过无创给予高 FiO_2 （即经鼻高流量湿化氧疗）进行治疗^{17 21}
- 俯卧位通气可降低重症患者的病死率，应作为一种提前治疗措施而非补救方法^{22 23 24}
- 为了患者舒适和安全，通常会使用镇静剂²⁵
 - 指南推荐接受机械通气的成人使用右美托咪定或丙泊酚来达到轻度镇静和持续镇静²⁵
 - 机械通气期间增加神经肌肉阻滞已被视为中度至重度 ARDS 的治疗策略
 - 神经肌肉阻滞的益处包括减少患者-呼吸机不同步、减少呼吸功和减少肺泡液积聚²⁶
 - 但是，长期使用神经肌肉阻滞剂可导致后期出现神经肌肉无力，并且需要可能产生不良后果的更深度镇静（例如谵妄、昏迷、长期认知障碍）^{25 26}
 - 大型多中心试验报告，早期使用神经肌肉阻滞 48 小时及深度镇静的中度至重度 ARDS 患者的死亡率低于不进行常规神经肌肉阻滞而仅深度镇静的患者²⁷

- 近期对使用高 PEEP 策略治疗的中度至重度 ARDS 患者进行的研究表明，接受早期连续神经肌肉阻滞的患者与接受常规轻度镇静患者的 90 天死亡率无显著差异²⁶
- 液体治疗方案包括静脉使用晶体液、血管加压药物（例如去甲肾上腺素）、正性肌力药物（例如多巴酚丁胺）和利尿剂（例如呋塞米）以维持有效的组织灌注
 - 与大量输液相比，使用保守的液体治疗方案的患者呼吸机脱机更早、ICU 住院天数更少^{28 29}
 - 在某些病例中，联合使用大量输液方案（在疾病早期用于复苏）和保守输液方案（在疾病后期）可能更加合理²⁸
 - 经肺动脉导管输液的并发症多于中心静脉导管，并且不会改善患者预后；不应常规使用肺动脉导管³⁰
- 其他支持性治疗包括营养支持和预防可能发生的并发症（例如深静脉血栓形成、应激性溃疡）³¹
- 静脉-静脉体外膜肺氧合常用于难治性低氧血症患者的抢救治疗¹⁸
 - 氧合改善，但对病死率影响的数据有限；一项研究显示，与保护性通气相比，28 天病死率明显降低^{18 23}
- Cochrane 综述指出，没有足够证据确定皮质类固醇、表面活性剂、N-乙酰半胱氨酸、他汀类药物、 β 受体激动剂或吸入一氧化氮是否可有效降低 ARDS 患者的病死率或机械通气持续时间^{32 33}
 - 美国 NIH 的 COVID-19 治疗指南推荐需要吸氧伴/不伴机械通气的患者使用地塞米松³⁴
 - 许多病例报告糖皮质激素可有效治疗电子烟相关性肺损伤^{8 35}

药物治疗

- 药物干预的目的：

- 治疗基础病因（例如使用抗生素治疗细菌性肺炎；使用瑞德西韦、地塞米松、托珠单抗治疗 COVID-19³⁴）
- 如有指征，维持血压、有效的组织灌注和氧合（例如血管加压药物、正性肌力药物、利尿剂）

非药物和支持性治疗

俯卧位通气

- 一般说明
 - Meta 分析显示，传统机械通气期间重症患者取俯卧位可明显改善存活率，但是压疮和呼吸道问题（气管插管堵塞）增多^{4 22 24}
 - 对已接受低潮气量通气但氧合未改善的患者特别有效
 - 联合使用低潮气量通气（6 ml/kg）和神经肌肉阻滞剂的患者预后最好²²
 - 每天至少保持 16 小时俯卧位²²
 - 2017 年美国胸科学会/欧洲重症监护医学学会/重症监护医学学会临床实践指南推荐重度 ARDS 患者每天俯卧位 12 小时以上¹⁹
 - 美国 NIH 指南建议，COVID-19 导致的 ARDS 伴难治性低氧血症、进行机械通气的患者，即便已优化通气，仍应每天保持俯卧位 12 ~ 16 小时³⁴
 - 未插管、自主呼吸的 COVID-19 患者在使用无创呼吸支持时，也可能从俯卧位获益；可使氧合短期改善，减少呼吸频率和/或呼吸困难次数以及插管需求³⁷
 - 禁忌证包括面部/颈部创伤、脊柱不稳、近期胸骨切开术、腹部大面积烧伤、颅内压升高、大咯血以及有较高风险需要心肺复苏或除颤的患者²²
- 适应证

- 使用肺保护性通气模式病情未改善的重度 ARDS 患者

精细的液体管理

- 包括优化静脉使用晶体液（液体静脉推注和维持性静脉滴注），使用血管加压药物（例如多巴酚丁胺）和利尿剂（例如呋塞米），以维持有效的中央和周围组织灌注和氧合
- 已对多种液体方案进行了研究，大致分为保守输液方案（旨在降低血管内压力，使累积液体正平衡较低）和大量输液方案（旨在提高血管内压力，使累积液体正平衡较高）^{28 29}
- 对于所有这些方案，基于研究的液体管理方案都很复杂，并且需考虑目标血管内压力（例如通过测量的中心静脉压力或肺动脉楔压低或高来衡量）、平均动脉压、尿量以及周围组织灌注充分的证据³⁸
 - 研究中使用的详细管理方案（包括方案流程）见美国国立卫生研究院（National Institute of Health, NIH）国家心肺及血液研究所 ARDS 网络^{38 39}
 - 与大量输液方案相比，保守输液方案可改善氧合，使呼吸机脱机时间更早，减少 ICU 住院天数；可能也会降低病死率²⁹
- 近期的研究包括 3 个水平的液体管理方案²⁹:
 - 保守：累积液体负平衡 136 ml²⁹
 - 简化/保守：累积液体正平衡 1913 ml²⁹
 - 自由：累积液体正平衡/ml²⁹
 - 目前认为简化/保守方案是保守方案的安全有效的替代方案，两者似乎均优于大量输液方案²⁹

其他支持治疗

- 营养支持⁴⁰

- 在插管后 24 ~ 48 小时内开始营养支持
- 胃肠道功能正常时，肠内营养（胃或小肠）优于全胃肠外营养，因为并发症较少（例如感染）
- 初期使用肠外营养（小容量）与全肠内营养的 6 ~ 12 个月结局（例如机体功能、生存期、多种继发性疾病）无差异⁴¹
- 优选聚合物配方；有液体限制性配方可供选择
- 如果患者出现低血压，暂停肠内营养
- 根据现有的临床实践指南，应使用药物预防深静脉血栓⁴²
- 预防机械通气患者的胃肠道出血^{43 44}

有创性治疗

采用肺保护模式的传统机械通气

一般说明

- 肺保护模式包括低潮气量通气和/或低压通气
 - 与传统模式相比，肺保护通气模式的 28 天死亡率下降，但对远期并发症和生活质量的影响证据不足²⁰
 - 2017 年美国胸科学会/欧洲重症医学学会/重症医学学会临床实践指南推荐使用低潮气量（4 ~ 8 ml/kg 预测体重）和低吸气压（平台压力 < 30 cmH₂O）进行机械通气¹⁹
 - Cochrane 综述未发现足够的证据证实低潮气量通气优于/劣于低压通气³
 - 低潮气量通气
 - 与通常 8 ~ 15 ml/kg 的潮气量相比，目前认为约 6 ml/kg（预测体重）为低潮气量⁴⁵

- 如果预测体重比实测体重大约低 20%，其计算公式如下：
 - 男性 (kg) : $50 + 0.91 (\text{身高}, 152.4 \text{ cm})^{46}$
 - 女性 (kg) : $45.5 + 0.91 (\text{身高}, 152.4 \text{ cm})^{46}$
- 对于脓毒症导致 ARDS 的患者，国际管理指南推荐潮气量为 6 ml/kg⁴⁵
- 目前认为允许性高碳酸血症（低潮气量时经常出现）是安全的，可改善结局；ARDS 网络的治疗目标 pH 值为 7.3 ~ 7.45，但许多专家主张允许 pH 值低至 7.2^{16 47}

急性呼吸窘迫综合征的机械通气目标。

潮气量	4 ~ 6 ml/kg (预测体重)
平台压	理想为 <30 cmH ₂ O，越低越好
pH、呼吸频率、每分通气量	取决于患者的合并症，但广泛接受 pH 7.2 作为允许性高碳酸血症阈值；更低的数值可能也可以接受
PEEP	未知；对于严重 ARDS，或许越高越好
FiO ₂	未知；最好根据 PEEP 和 FiO ₂ 的比值表进行调整

Citation: From Przybysz TM et al: Early treatment of severe acute respiratory distress syndrome. Emerg Med Clin North Am. 34(1):1-14, 2016, Table 7.

- 低压通气²⁰
 - 平台压 ≤ 30 cmH₂O²⁰
- 其他循证通气模式
 - 使用 PEEP 改善氧合并预防肺不张⁴⁸
 - 将 PEEP 设置为 ≥ 5 cmH₂O⁴⁸

- 改善氧合；然而，没有明确的证据显示更高的 PEEP 可降低死亡率⁴⁹
- 使用更高的 PEEP，发生气压伤的风险无显著增加⁴⁹
- 2017 年美国胸科学会/欧洲重症监护医学学会/重症监护医学学会临床实践指南推荐中度或重度 ARDS 患者使用更高的 PEEP¹⁹
- 对于难治性低氧血症患者，考虑使用肺复张操作保持所有肺泡开放（或者打开之前塌陷的肺泡）⁴⁸
 - 2017 年美国胸科学会/欧洲重症监护医学学会/重症监护医学学会临床实践指南推荐中度或重度 ARDS 患者使用肺复张操作¹⁹
 - 在做肺复张时，周期性地短时间（例如 40 秒）增加气道压（例如 40 cm H₂O）可改善氧合；然而，存在过度膨胀以及后续发生分流的风险⁴⁶
- 镇静可以提高机械通气耐受性并降低氧气需求⁴⁶
- 具体的呼吸机通气方案
 - 对于大流行情况下重症监护专家短缺的问题，美国胸科学会发布了视频教程，帮助非重症监护医生选择合理的呼吸机初始设置，并为非重症监护医生提供机械通气患者疑难解答指南^{50 51}
 - 美国 NIH ARDS 网络机械通气方案¹⁶
 - 计算预测体重
 - 男性（kg）= 50 + 2.3（身高，60 in）¹⁶
 - 女性（kg）= 45.5 + 2.3（身高，60 in）¹⁶
 - 1 in = 2.54 cm

- 可选择任何呼吸机模式
- 设置呼吸机，使得初始潮气量为 8 ml/kg 预测体重¹⁶
 - 每隔不到 2 小时减少潮气量 1 ml/kg，直到潮气量降至 6 ml/kg 预测体重¹⁶
- 将初始呼吸频率设置为接近基线的每分通气量 (≤ 35 次/分)¹⁶
- 调整潮气量和呼吸频率以达到目标 pH 值和平台压
- 目标平台压 ≤ 30 cmH₂O¹⁶
 - 至少每 4 小时检查一次平台压 (0.5 秒吸气间歇)，每次 PEEP 或潮气量变化后检查一次
 - 如果平台压 > 30 cmH₂O，减少潮气量，每次调整 1 ml/kg (维持最低值为 4 ml/kg)¹⁶
 - 如果平台压 < 25 cmH₂O 且潮气量 < 6 ml/kg，增加潮气量，每次调整 1 ml/kg，直到平台压 > 25 cmH₂O，或潮气量达到 6 ml/kg¹⁶
 - 如果平台压 < 30 cmH₂O，并且出现呼吸叠加或呼吸不同步，则增加潮气量，每次调整 1 ml/kg，至 7 或 8 ml/kg (如果平台压仍 < 30 cmH₂O)¹⁶
- 氧合目标是 PaO₂为 55 ~ 80 mmHg 或 SpO₂为 88% ~ 95%¹⁶
 - 据推测，PaO₂目标值低可降低病死率；然而，一项研究发现，氧合目标值较高 (90 mmHg) 的患者与氧合目标值较低 (60 mmHg) 的患者的 90 天死亡率无显著差异，另一项研究发现限制性氧合策略 (目标 PaO₂为 55 ~ 70 mmHg；SpO₂为 88% ~ 92%) 可能具有潜在危害^{52 53}

- PEEP 最低值为 5 cm H₂O¹⁶
- 考虑使用递增的 FiO₂/PEEP 组合来实现预期氧合目标（使用 ARDS 网络组合表格）¹⁶

适应证

- 任何严重程度 ARDS

并发症

- 一些患者可能出现高碳酸血症性呼吸性酸中毒

合并症

- 通常与基础病因有关（例如脓毒症、胰腺炎、创伤）

特殊人群

- COVID-19 患者的急性呼吸衰竭（相关疾病：[COVID-19 重症监护](#)）
 - COVID-19 导致的急性呼吸衰竭的通气管理与其他原因导致的 ARDS 相似，但除外以下情况⁵⁴：
 - COVID-19 患者使用更高的 PEEP 和更大的范围
 - COVID-19 患者需要使用更高的 FiO₂
 - 俯卧位更常用于 COVID-19 导致的急性呼吸衰竭患者
 - COVID-19 的特殊药物治疗包括抗病毒药物、免疫抑制剂和免疫调节剂³⁴
 - 请参阅已发表的指南，了解专门针对 COVID-19 的治疗建议^{34 55}

监测

- 持续监测血压、脉搏氧饱和度、体温和呼吸频率（来自呼吸机）

- 密切监测动脉血气
- 监测中心静脉压并非必需，但有助于液体管理；无需肺动脉导管置管

并发症和预后

并发症

- 在 ICU 中常见的并发症包括：
 - 呼吸机所致肺损伤，特别是肺水肿
 - 呼吸机相关性气压伤（例如气胸、皮下气肿）
 - 呼吸机相关性肺炎⁵⁶
 - 导管相关性感染
 - 营养不良和肌肉量减少
 - 深静脉血栓形成
 - 胃肠道出血
 - 谵妄²⁷
- 大约 2/3 的 ARDS 患者可能出现肺纤维化；患者可能越来越依赖持续性机械通气⁵⁷
- 认知障碍很常见（重症监护后综合征，出院时 70% ~ 100%，1 年后 46% ~ 80%，5 年后 20%）^{18 58 59}
- 抑郁和创伤后应激常见⁵⁸
- 长期肢体残疾和神经肌肉无力^{18 59}

预后

- 无特异性生物标记物可以预测患者预后⁴⁵
- 自 1994 年制定最初的共识定义以来，临床试验之外的病死率仍然很高且相对无变化⁶⁰
 - 轻度 ARDS 的病死率为 34.9%²
 - 中度 ARDS 的病死率为 40.3%²
 - 重度 ARDS 的病死率为 46.1%²
 - 基础病因为脓毒症的患者死亡风险最高；病因为创伤的患者病死率低于非创伤患者⁴⁶

筛查和预防

预防

- 尚无证据表明针对 ARDS 有效的预防措施；然而，可能降低风险的措施包括⁶¹：
 - 一级预防医院获得性肺炎
 - 一级预防误吸
 - 合理使用抗菌药物
 - 限制输血
 - 避免使用电子烟（相关疾病：[烟草使用障碍和戒烟](#)）⁶
 - 如果继续使用电子烟
 - 不要使用从未获授权的经销商处购买的电子烟
 - 不要调整电子烟或使用按照非生产商预期方式调整的电子烟
 - 仅使用授权生产商销售的产品
 - 不要使用含有 THC（四氢大麻酚）的产品



参考文献

- 1: ARDS Definition Task Force et al: Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. JAMA. 307(23):2526-33, 2012
- 2: Bellani G et al: Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. JAMA. 315(8):788-800, 2016
- 3: Chacko B et al: Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation for acute respiratory failure due to acute lung injury (ALI) or acute respiratory distress syndrome (ARDS). Cochrane Database Syst Rev. 1:CD008807, 2015
- 4: Tonelli AR et al: Effects of interventions on survival in acute respiratory distress syndrome: an umbrella review of 159 published randomized trials and 29 meta-analyses. Intensive Care Med. 40(6):769-87, 2014
- 5: Schmickl CN et al: Decision support tool for differential diagnosis of acute respiratory distress syndrome (ARDS) vs cardiogenic pulmonary edema (CPE): a prospective validation and meta-analysis. Crit Care. 18(6):659, 2014
- 6: Krishnasamy VP et al: Update: characteristics of a nationwide outbreak of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury - United States, August 2019-January 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 69(3):90-4, 2020
- 7: Siegel DA et al: Update: interim guidance for health care providers evaluating and caring for patients with suspected e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury - United States, October 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 68(41):919-27, 2019
- 8: CDC: Smoking and Tobacco Use: Outbreak of Lung Injury Associated with E-Cigarette Use, or Vaping, Products. CDC website. Updated February 25, 2020. Accessed April 29, 2021. https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/severe-lung-disease.html



9: Johnston CJ et al: Effect of age on the development of ARDS in trauma patients. *Chest*. 124(2):653-9, 2003

syndrome in critically injured adults: a prospective study. *J Trauma*. 71(4):878-83; discussion 883-5, 2011

11: Moss M et al: Race and gender differences in acute respiratory distress syndrome deaths in the United States: an analysis of multiple-cause mortality data (1979-1996). *Crit Care Med*. 30(8):1679-85, 2002

12: Ryb GE et al: Race/ethnicity and acute respiratory distress syndrome: a National Trauma Data Bank study. *J Natl Med Assoc*. 102(10):865-9, 2010

13: Phua J et al: Intensive care management of coronavirus disease 2019 (COVID-19): challenges and recommendations. *Lancet Respir Med*. 8(5):506-17, 2020

14: Levitt JE et al: Diagnostic utility of B-type natriuretic peptide in critically ill patients with pulmonary edema: a prospective cohort study. *Crit Care*. 12(1):R3, 2008

15: Karpaliotis D et al: Diagnostic and prognostic utility of brain natriuretic peptide in subjects admitted to the ICU with hypoxic respiratory failure due to noncardiogenic and cardiogenic pulmonary edema. *Chest*. 131(4):964-71, 2007

16: ARDS Network: Mechanical Ventilation Protocol Summary. NHLBI ARDS Network website. Published 2008. Accessed April 29, 2021. http://www.ardsnet.org/files/ventilator_protocol_2008-07.pdf

17: Przybysz TM et al: Early treatment of severe acute respiratory distress syndrome. *Emerg Med Clin North Am*. 34(1):1-14, 2016

18: Welker C et al: 2021 Acute respiratory distress syndrome update, with coronavirus disease 2019 focus. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. ePub, 2021



-
- 19:** Fan E et al: An official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine clinical practice guideline: mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome [published correction appears in Am J Respir Crit Care Med. 195(11):1540, 2017]. Am J Respir Crit Care Med. 195(9):1253-63, 2017
- 20:** Petrucci N et al: Lung protective ventilation strategy for the acute respiratory distress syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2:CD003844, 2013
- 21:** Rochwerg B et al: Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. Eur Respir J. 50(2), 2017
- 22:** Scholten EL et al: Treatment of ARDS with prone positioning. Chest. 151(1):215-24, 2017
- 23:** Aoyama H et al: Assessment of therapeutic interventions and lung protective ventilation in patients with moderate to severe acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis. JAMA Netw Open. 2(7):e198116, 2019
- 24:** Lee JM 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. Crit Care Med. 42(5):1252-62, 2014
- 25:** Hughes CG et al: Dexmedetomidine or propofol for sedation in mechanically ventilated adults with sepsis. N Engl J Med. 384(15):1424-36, 2021
- 26:** National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network et al: Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 380(21):1997-2008, 2019
- 27:** Papazian L et al: Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 363(12):1107-16, 2010
- 28:** Rivers EP: Fluid-management strategies in acute lung injury--liberal, conservative, or both? N Engl J Med. 354(24):2598-600, 2006



29: Grissom CK et al: Fluid management with a simplified conservative protocol for the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 43(2):288-95, 2015

30: National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network et al: Pulmonary-artery versus central venous catheter to guide treatment of acute lung injury. *N Engl J Med.* 354(21):2213-24, 2006

31: Barletta JF et al: Stress ulcer prophylaxis. *Crit Care Med.* 44(7):1395-405, 2016

32: Lewis SR et al: Pharmacological agents for adults with acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 7:CD004477, 2019

33: Gebistorf F et al: Inhaled nitric oxide for acute respiratory distress syndrome (ARDS) in children and adults. *Cochrane Database Syst Rev.* CD002787, 2016

34: NIH: COVID-19 Treatment Guidelines. NIH website. Updated April 21, 2021 Accessed April 29, 2021. <https://covid19treatmentguidelines.nih.gov/>

35: Evans ME et al: Update: interim guidance for health care professionals evaluating and caring for patients with suspected e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury and for reducing the risk for rehospitalization and death following hospital discharge - United States, December 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 68(5152):1189-94, 2020

36: Metlay JP et al: Diagnosis and treatment of adults with community-acquired pneumonia. An official clinical practice guideline of the American Thoracic Society and Infectious Diseases Society of America. *Am J Respir Crit Care Med.* 200(7):e45-67, 2019

37: Tonelli R et al: Early awake proning in critical and severe COVID-19 patients undergoing noninvasive respiratory support: a retrospective multicenter cohort study. *Pulmonology.* ePub, 2021

38: ARDS Network: Publications. NHLBI ARDS Network website. Updated 2014. Accessed April 29, 2021. <http://www.ardsnet.org/publications.shtml>



-
- 39:** ARDS Network: FACTT Algorithm: Composite Protocol--Version 2. NHLBI ARDS Network website. Updated October 12, 2000. Accessed April 29, 2021. http://www.ardsnet.org/files/factt_algorithm_v2.pdf
- 40:** Krzak A et al: Nutrition therapy for ALI and ARDS. *Crit Care Clin.* 27(3):647-59, 2011
- 41:** Needham DM et al: One year outcomes in patients with acute lung injury randomised to initial trophic or full enteral feeding: prospective follow-up of EDEN randomised trial. *BMJ.* 346:f1532, 2013
- 42:** Kearon C et al: Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest.* 149(2):315-52, 2016
- 43:** Marik PE et al: Stress ulcer prophylaxis in the new millennium: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 38(11):2222-8, 2010
- 44:** Allen ME et al: Stress ulcer prophylaxis in the postoperative period. *Am J Health Syst Pharm.* 61(6):588-96, 2004
- 45:** Baron RM et al: Recent advances in understanding and treating ARDS. *F1000Research.* 5:F1000 Faculty Rev-725, 2016
- 46:** Warren L et al: Acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. In: Broaddus VC et al, eds: Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine. 6th ed. Elsevier; 2016:1740-60.e7
- 47:** Curley GF et al: CrossTalk proposal: there is added benefit to providing permissive hypercapnia in the treatment of ARDS. *J Physiol.* 591(11):2763-5, 2013
- 48:** Claesson J et al: Scandinavian clinical practice guideline on mechanical ventilation in adults with the acute respiratory distress syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand.* 59(3):286-97, 2015
- 49:** Santa Cruz R et al: High versus low positive end-expiratory pressure (PEEP) levels for mechanically ventilated adult patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 3:CD009098, 2021



-
- 50:** Acho M et al: Ventilators for nonintensivists. Reasonable initial ventilator settings for patients with acute respiratory distress syndrome. *ATS Scholar*. 1(2), 2020
- 51:** Steinbach TC et al: Just-in-time tools for training non-critical care providers. Troubleshooting problems in the ventilated patient. *ATS Scholar*. 1(2), 2020
- 52:** Barrot L et al: Liberal or conservative oxygen therapy for acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 382(11):999-1008, 2020
- 53:** Schjørring OL et al: Lower or higher oxygenation targets for acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 384(14):1301-11, 2021
- 54:** Tsonas AM et al: Ventilation management in acute respiratory failure related to COVID-19 versus ARDS from another origin - a descriptive narrative review. *Expert Rev Respir Med*. 1-11, 2021
- 55:** Alhazzani W et al: Surviving Sepsis Campaign guidelines on the management of adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the ICU: first update. *Crit Care Med*. ePub, February 2021
- 56:** Fagon JY et al: Nosocomial pneumonia and mortality among patients in intensive care units. *JAMA*. 275(11):866-9, 1996
- 57:** Thille A et al: Time to onset of pulmonary fibrosis in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 187:A2216, 2013
- 58:** Herridge MS et al: Recovery and outcomes after the acute respiratory distress syndrome (ARDS) in patients and their family caregivers. *Intensive Care Med*. 42(5):725-38, 2016
- 59:** Mikkelsen ME et al: Society of Critical Care Medicine's international consensus conference on prediction and identification of long-term impairments after critical illness. *Crit Care Med*. 48(11):1670-9, 2020



60: Phua J et al: Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased over time?: A systematic review. *Am J Respir Crit Care Med.* 179(3):220-7, 2009

61: Beitler JR et al: Preventing ARDS: progress, promise, and pitfalls. *Chest.* 146(4):1102-13, 2014