

肺复张操作

使用 P/V Tool Pro 评估肺复张以及执行肺复张操作

Munir A Karjaghli RRT, Clinical Application Specialist, Hamilton Medical

介绍

在急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 病人中，肺复张策略将肺复张操作 (RM) 和呼气末正压 (PEEP) 结合起来以防止不张性肺损伤。肺复张操作是一种自发策略，通过影响跨肺压 (PL) 的暂时性增加，反过来能够重新打开那些充气不良或者根本不充气的肺泡组织。PEEP 可以通过保持那些肺区域扩张（否则可能塌陷）来减少呼吸机相关性肺损伤 (VILI)。¹

在 ARDS 病人中，潜在可复张肺的比例有很大差异，并且最具重力依赖区域的塌陷肺泡和实变肺泡往往需要超过 35-40 cmH₂O 的气道开放压来进行肺复张。¹ 了解潜在可复张肺百分比的知识对于确定有治疗效果的 PEEP 很重要。不根据该知识设置的 PEEP 水平会降低 PEEP 的可能益处，而在具有低潜在可复张肺百分比的病人中使用高水平的 PEEP 几乎没有任何益处，相反，这实际上可能有害。²

P/V Tool Pro 代表了一种简单的床旁方法，可用于评估肺复张性以及执行肺复张操作。^{3,4,5} 本白皮书将介绍使用 P/V Tool Pro 执行评估和 RM 的步骤。

适应症

在 ARDS 的早期治疗中，血液动力学状况得以控制。

禁忌症

1. 慢性阻塞性肺部疾病 (COPD) 和肺气肿
2. 血液动力学不稳定

3. 颅内压过高
4. 系统漏气（病人和/或呼吸管路）
5. 右心衰竭

步骤

在尝试使用 P/V Tool Pro 进行肺复张操作之前，请确保满足以下条件。

- 病人必须已插管并通气，但没有自主呼吸。大多数病人需要深度镇静或神经肌肉阻滞才能防止自主呼吸。
- 确保给气管内插管气囊充气，使其压力高于 P/V Tool 设置中所设置的最大压力。如果使用 IntelliCuff 压力控制器，气囊压力将会自动增加至顶端压力设置以上 5 cmH₂O。整个系统，包括呼吸机、呼吸管路和通气病人必须都没有漏气。
- 必须禁用雾化。
- 流量传感器必须正确校准。

执行低流量 P/V 曲线

1. 开始压力 = 0-5 cmH₂O
2. 顶端压力 = 40 cmH₂O
3. PEEP 结束压力 = 0-5 cmH₂O
4. 压力改变速度 = 2 cmH₂O/s
5. 吸气暂停时间 = 0

更改 PEEP 结束压力设置时，将会出现一条信息，显示当前 PEEP、新 PEEP 以及“您是否希望在操作后更改 PEEP 设置？”的问题。选择“否”。



图 1: 使用 P/V Tool Pro 设置压力 - 容量曲线

通过显示 Paw/流速图型检查 P/V 曲线的有效性（图 2）。如果流速在任何时候都处于 ±10 l/min 范围之外，请确认压力改变速度（Ramp speed）设置为 2 cmH2O/s。流速必须小于 10 l/min 以大大消除呼吸系统阻力的压力变化。⁶

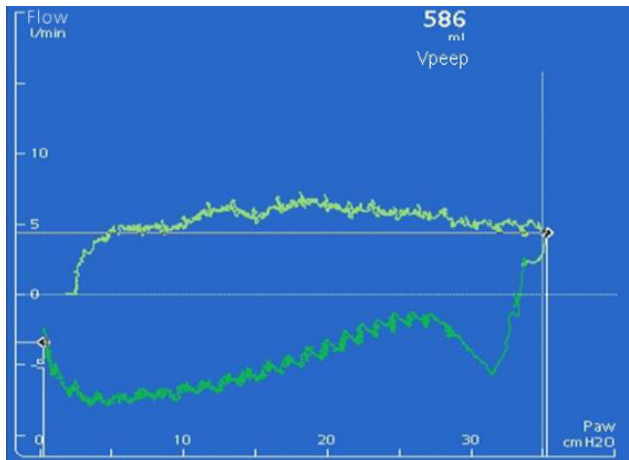


图 2: Paw/流速图表

评估肺复张性

吸气肢形状

在不可复张肺中，P/V 曲线的吸气肢显示向上凸起（图 3）；在复张肺中，P/V 曲线的吸气肢显示向上凹陷（图 4）。^{4,7}

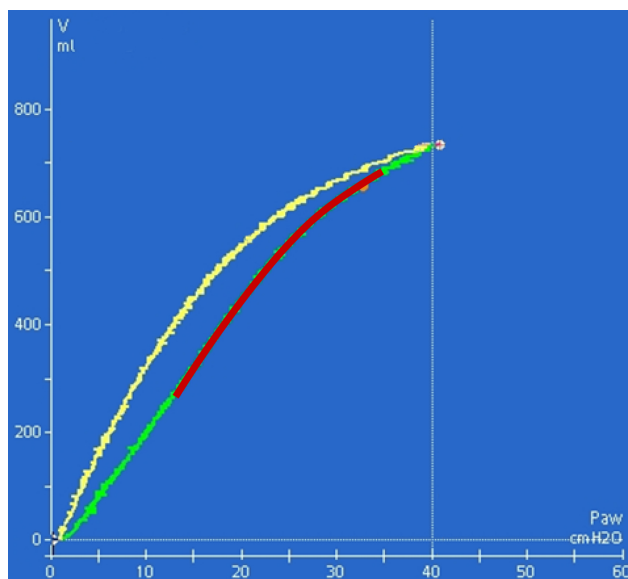


图 3: 吸气肢显示向上凸起，表明肺复张潜力较低。

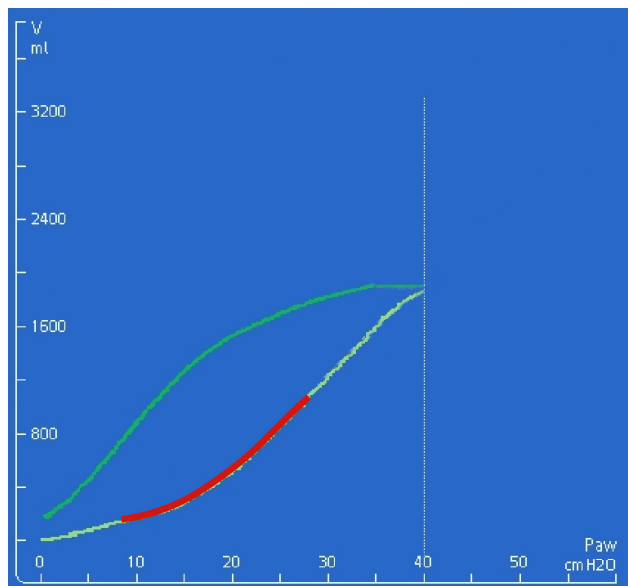


图 4: 吸气肢显示向上凹陷，表明肺复张潜力较高。

线性顺应性 (C_{LIN})

顺应性指的是充气压力 - 容量曲线的陡峭度；顺应性是线性的，其中倾斜度在施加的压力范围内是恒定的。线性顺应性为在压力上升期间肺泡打开的数量提供了一项评估。高 C_{LIN} (> 50-60 ml/cmH2O) 表明较高的潜在可复张肺的百分比（图 5）。^{3,7} 要测量 C_{LIN}，游标 1 应该位于低位拐点的上方，游标 2 应位于高位拐点的下方，紧邻曲线的最直部分。



图 5: C_{LIN} 大于 50 ml/cmH2O

容量滞后

可根据压力 - 容量曲线的容量滞后（吸气肢和呼气肢之间的封闭区域）或者 20 cmH2O 压力的容量差异来估计肺复张性。实际上，容量差异大于 400 ml 时，肺复张潜力可以被认为是高的（图 6）。⁵

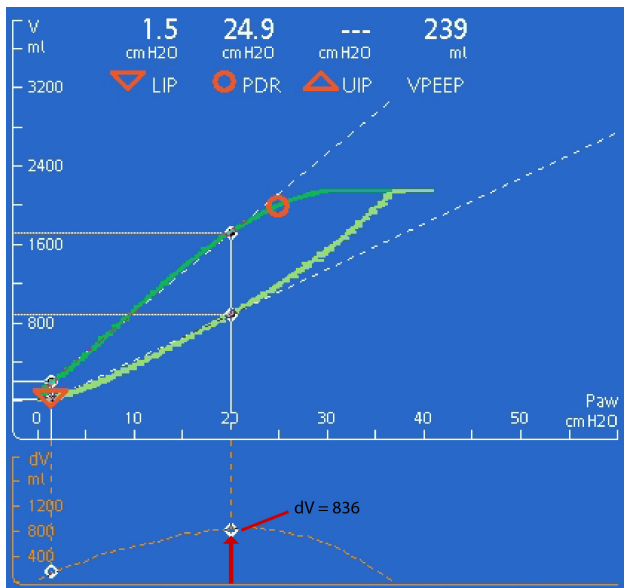


图 6: 20 cmH2O 压力的大容量差异表明肺复张潜力较高。

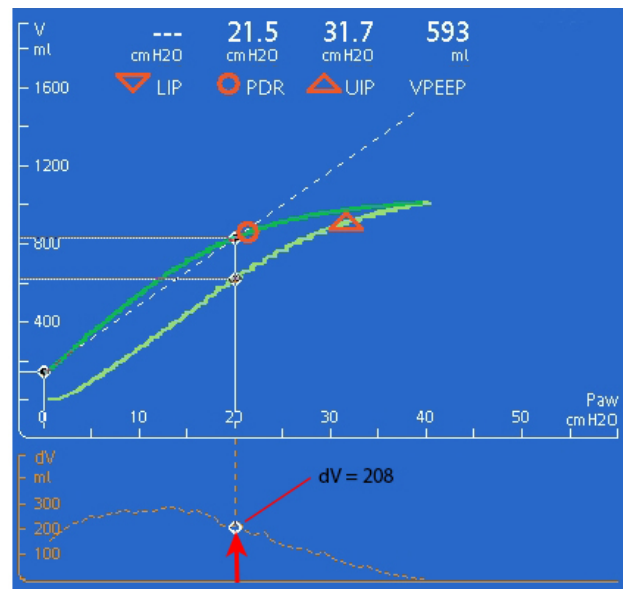


图 7: 20 cmH2O 的小容量差异表明肺复张潜力较低。

如果满足了以上三个标准中的两个，即吸气肢显示向上凹陷，低位拐点以上的 C_{LIN} 大或者具有较大的容量滞后，则可尝试进行肺复张操作。



图 8: 关于肺复张策略的决策

滴定肺复张操作

第一步

- 在进行第一次 RM 之前降低 FiO_2 以达到大约 92% 的 SpO_2 值
- 开始压力：实际 PEEP
- PEEP 结束压力：20-25 cmH2O （如果执行递减 PEEP 试验*）

更改 PEEP 结束压力设置时，将会出现一条信息，显示当前 PEEP、新 PEEP 以及“您是否希望在操作后更改 PEEP 设置？”的问题。选择“是”。

- 压力改变速度：5 cmH2O/s
- 吸气暂停时间：10 s

- 顶端压力: 40 cmH2O

第二步

测量顶端压力处的肺复张容积（曲线末端）。如果肺复张容积大于 2 ml/kg PBW 或者大于 200 ml（图 9），并且 SpO2 在第一次 RM 之后立即上升到 99% - 100%，可认为操作有效并开始 PEEP 滴定。

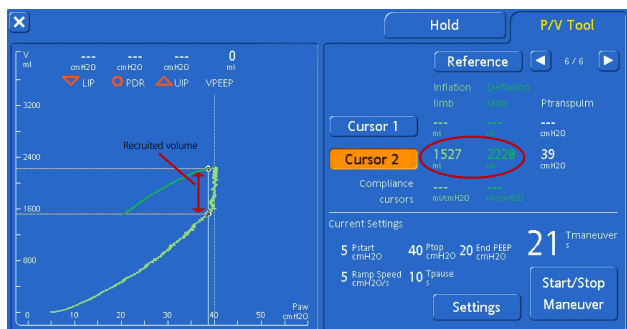


图 9: 肺复张容积大于 200 ml

第三步

如果肺复张容积小于 2 ml/kg PBW 或者 200 ml, 40 cmH2O 的 RM 在血液动力学上耐受良好, 并且 SpO2 仅上升到 96% - 97%, 重复第一步, 以更高的压力再尝试一次 RM, 并将顶端压力增加至 50 cmH2O。

第四步

返回第二步。

第五步

如果肺复张容积小于 2 ml/kg PBW 或者 200 ml, 50 cmH2O 的 RM 在血液动力学上耐受良好, 并且 SpO2 仅上升到 96% - 97%, 重复第一步, 以更高的压力再尝试一次 RM, 将顶端压力增加至 60 cmH2O（图 10），然后开始 PEEP 滴定。如果导管已就位用于测量食道压, 执行目标为 25 cmH2O 跨肺压的肺复张操作以达到跨肺压的生理上限, 这可通过选择 Ptranspulm/V 图型来确定。

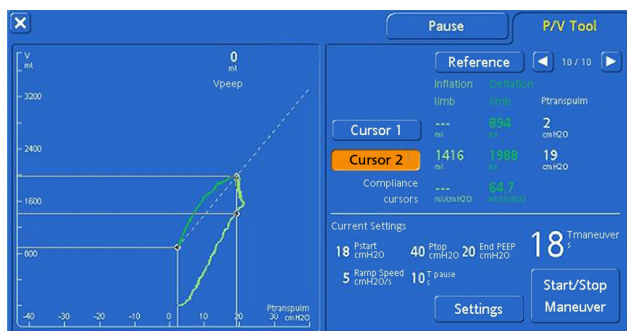


图 10: 60 cmH2O 的顶端压力, 21 cmH2O 的 Ptranspulm

*更多近期证据表明, 基于递减 PEEP 试验设置 PEEP 比基于 LIP、PDR 或者容量滞后设置 PEEP 更具生理性。⁸

设置 PEEP

在进行递减 PEEP 试验之前降低 FiO2 以使 SpO2 达到大约 92%, 然后每隔 5 至 10 分钟将 PEEP 减少 2 cmH2O。监测 SpO2。一旦氧合状态随 PEEP 滴定降低 (SpO2降低 2%), 恢复到之前的 PEEP 值。重复最后一次 RM (使用与 RM 最后一步相同的肺复张压力), 然后将 PEEP 设置为从递减 PEEP 试验中确定的最佳 PEEP 值。

参考文献

1. Borges, João et al. "Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome (早期急性呼吸窘迫综合征病人肺塌陷及低氧血症的可逆性)". Am J Respir Crit Care Med 174.3 (2006): 268-278.
2. Gattinoni, Luciano et al. "Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人肺复张)". New England Journal of Medicine 354.17 (2006): 1775-1786.
3. Maggiore, Salvatore et al. "Alveolar Derecruitment At Decremental Positive End-Expiratory Pressure Levels In Acute Lung Injury (急性肺创伤病人递减呼气末正压水平的肺泡去复张)". Am J Respir Crit Care Med 164.5 (2001): 795-801. 网络
4. Grasso, Salvatore et al. "Effects Of High Versus Low Positive End-Expiratory Pressures In Acute Respiratory Distress Syndrome (高/低呼气末正压对急性呼吸窘迫综合征的影响)". Am J Respir Crit Care Med 171.9 (2005): 1002-1008.
5. Demory, Didier et al. "Recruitability Of The Lung Estimated By The Pressure Volume Curve Hysteresis In ARDS Patients (ARDS 病人压力容量曲线滞后估计的肺复张性)". Intensive Care Med 34.11 (2008): 2019-2025.
6. Lu, Qin et al. "A Simple Automated Method For Measuring Pressure - Volume Curves During Mechanical Ventilation (一种用于在机械通气期间测量压力 - 容量曲线的简单自动化方法)". Am J Respir Crit Care Med 159.1 (1999): 275-282. 网络
7. Gattinoni, Luciano et al. "Pressure-Volume Curve Of Total Respiratory System In Acute Respiratory Failure: Computed Tomographic Scan Study (急性呼吸衰竭中总呼吸系统的压力 - 容量曲线: 计算机断层扫描研究)". Am Rev Respir Dis 136.3 (1987): 730-736. 网络
8. Kacmarek, Villar et al. "Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A pilot, randomized controlled trial (急性呼吸窘迫综合征肺开放治疗方法: 一项初步随机对照试验)". Crit Care Med. 2016 Jan;44(1):32-42.

Hamilton Medical 哈美顿医疗股份公司

Via Crusch 8, 7402 Bonaduz, 瑞士

☎ +41 58 610 10 20

info@hamilton-medical.com

www.hamilton-medical.com