

# 关注机械通气时平台压、驱动压与经肺压变化

秦英智

300170 天津市第三中心医院重症医学科

通讯作者: 秦英智, Email: yzh9161@sina.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.06.001

## Focus on changes of end-inspiratory (plateau) airway pressures, driving pressure and transpulmonary pressure on mechanical ventilation Qin Yingzhi

Department of Critical Care Medicine, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

Corresponding author: Qin Yingzhi, Email: yzh9161@sina.com

保护性通气策略是当今治疗严重急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的主要手段,应当关注机械通气时平台压、驱动压( $\Delta P$ )或经肺压( $P_{tp}$ )的变化,对指导呼吸机参数的设定并预测预后至关重要。

### 1 气道压力(Paw)与呼吸系统机械参数的关系

机械通气患者每日应检测Paw,  $Paw = P_{tp} + P_{pl}$  ( $P_{tp}$ 代表呼气末肺应激,  $P_{pl}$ 代表胸膜压)。在无气流静态条件下, Paw代表克服呼吸系统弹性回缩力( $E_{rs}$ ),相当于肺泡压( $P_{alv}$ )。吸气末闭合期间Paw为气道平台压( $P_{plat}$ ),是评估最大肺膨胀的指标;呼气末闭合期间的Paw为呼气末正压(PEEP),可作为反映呼气末弹性回缩力的指标。 $E_{rs} = E_L + E_{cw}$  ( $E_L$ 代表肺弹性回缩力,  $E_{cw}$ 代表胸壁弹性回缩力)。

### 2 Pplat的测定及其临床应用

$P_{plat}$ 涉及胸壁压力( $P_{cw}$ )、肺压力( $P_L$ )和PEEP。可通过以下方式了解呼吸机参数,如吸气保持时的呼吸系统阻力( $R_{rs}$ )、呼吸系统顺应性( $C_{rs}$ )、 $P_{plat}$ 、 $\Delta P$ ;呼气保持时的内源性呼气末正压(PEEPi)。研究显示,闭合早期的 $P_{plat}$ 水平不是导致容积伤的主要原因。在镇静肌松条件下,吸气闭合时间不同对 $P_{plat}$ 值有影响,PEEP的设定可影响 $P_{plat}$ 值,胸廓和肺对 $P_{plat}$ 测定也有影响,这使得评估 $P_{plat}$ 有局限性。准确了解肺的平台压仍然需要测定食管压( $P_{es}$ ),用 $P_{plat}$ 反映肺应激水平会忽视 $P_{cw}$ 对平台压的影响。Chiumello等<sup>[1]</sup>通过ARDS患者来研究应激(如 $P_{tp}$ )与应变[如潮气量(VT)与呼气末肺容量比值]之间的关系,结果显示用 $P_{plat}$ 与VT评估肺组织的应激和应变是不准确的;同时 $P_{plat}$ 与肺膨胀之间的相关性也不好。目前尚未确定用 $P_{plat}$ 作为床旁评估平静呼吸时的过度肺膨胀指标,对控制安全的 $P_{plat}$ 水平尚难确定。

### 3 $\Delta P$ 的测定及其临床研究

$\Delta P = P_{plat} - PEEP$ ,  $\Delta P$ 涉及 $P_{cw}$ 、 $P_L$ (VT、 $C_{rs}$ ),并与 $C_{rs}$ 、VT成比例;而顺应性可反映肺损伤的严重程度,因此,可用已知变量 $\Delta P$ 预测和影响ARDS的病死率。床旁简单评估 $\Delta P$ 可以更好地指导滴定PEEP,优于其他方法<sup>[2]</sup>。然而,随机对照临床试验(RCT)表明,单独评估 $\Delta P$ 高低难以准确预测临床后果,需要考虑限制 $\Delta P$ 对VT和肺泡通气量的影响。床旁应用压力-时间曲线计算 $\Delta P$ 在评估ARDS患者病情演变中具有价值;然而 $\Delta P$ 不能区分 $E_{cw}$ 和 $E_L$ ,不能了解经肺 $\Delta P$ ,该参数是肺膨胀力学的重要指标,用 $P_{es}$ 监测经肺 $\Delta P$ 对特殊危重患者是不可替代的。

小VT(6 mL/kg)限制平台压是标准ARDS患者保护性通气治疗方法,最小 $\Delta P$ 策略可以改善存活率。几项保护性通气策略研究均提出,调节VT可避免过度肺充气,最常用的小VT<sup>[3]</sup>或限制 $P_{plat}$ 和VT都不能防止肺萎陷和过度肺充气<sup>[1]</sup>。 $\Delta P$ 是预后不良的关键因素,而 $\Delta P$ 升高与预后之间是否有因果关系尚不能明确,需进一步研究。

### 4 Ptp的测定及其临床价值

$P_{tp}$ 为肺泡和胸膜压之差( $P_{tp} = P_{plat} - P_{pl}$ )。直立位时 $P_{es}$ 能准确反映 $P_{pl}$ ,在平卧位测量的 $P_{es}$ 值增加。Washko等<sup>[4]</sup>研究认为,即使是健康者,在平卧位时其 $P_{es}$ 的变异度也很大,应减去纵隔影响的3 cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa)用于矫正 $P_{es}$ 。Loring等<sup>[5]</sup>研究表明:平卧位时受纵隔的影响, $P_{es}$ 比 $P_{pl}$ 平均高出5 cmH<sub>2</sub>O;Paw与 $P_{tp}$ 明显相关。而Talmor等<sup>[5]</sup>研究显示,用 $P_{es}$ 很难准确评估Paw和胸壁顺应性( $C_{cw}$ )对肺顺应性的影响。综上所述得出结论:健康者平卧位的 $P_{pl}$ 比直立位更高, $P_{pl}$ 受腹压

影响; Ppl 与胃和膀胱压的增加相关; 用测定的腹压替代 Pes 可消除记录 Pes 的不准确。肺泡过度膨胀更依赖 Ptp, 食管囊内气体容量、囊的位置或体位不影响 Ppl, 但可影响 Pes 测定值的变化。如食管囊内气体太少, 气囊测定将低估 Pes; 如食管囊充气太多, 测定压力将高估 Pes<sup>[7]</sup>。食管囊位于中肺高度能准确反映 Ppl, 在上方和下方分别反映较低和较高的 Ppl。当患者吸气、呼气努力气道闭合, Paw 变化等于 Pes 时是最佳食管囊的位置<sup>[8]</sup>。

虽然应力变化速率和幅度的潜在作用还不清楚, 在吸气末肺应力通常被认为是 Ptp, 可反映肺损伤。Ptp 用吸气末的 Ppl 计算。降低 Ccw 常意味着增加 Ppl, 但两者并非同时存在。弹性回缩力升高时, Ccw 也可以维持正常。

Chiumello 等<sup>[1]</sup>用功能残气量(FRC)与吸气末之间的 Ptp 差值计算肺应力, 发现应用 Paw 评估应力可产生很大变异。监测 Ptp 的优点是人为假定两肺的容积恒定, 可用算术方法抵消计算 Ptp 变化量( $\Delta Ptp$ )<sup>[9]</sup>。Loring 等<sup>[5]</sup>证实, 尽管在 ARDS 患者给予高水平的 PEEP, Ptp 仍是负值, 而且 Ptp 与呼气末 Pes、胃内压力(Pga)和膀胱压力(Pblad)之间密切相关。实施肺保护性机械通气需要根据 Ptp, 根据 Pes 滴定机械通气参数将导致非依赖区的过度肺充气和依赖区肺的复张压力低下<sup>[10]</sup>。

记录 Pes 是为了将肺与胸壁的压力分开。用 Paw 评估肺的顺应性很少正确。最佳 PEEP 的设定不能根据 Paw, PEEP 滴定可应用最大顺应性的方法, PEEP 过高或过低均可产生肺损伤。Talmor 等<sup>[11]</sup>提出应根据 Ptp 监测肺应力而不是单用 Paw。Loring 等<sup>[5]</sup>主张用 Pes 评估 Ptp, 在严重肺疾病伴潜在腹部水肿的患者, 平卧位时不能用 Paw 和 Pes 计算 Ptp。通过检测吸气末和呼气末 Pes 的差值来计算肺的顺应性更可靠。对腹高压的患者可能需要用腹压计算 Pes。肺内源性 ARDS 呼吸参数主要反映肺内的变化, 肺外源性 ARDS 呼吸参数受腹部病理过程的影响, 测定两者的呼吸参数有助于鉴别原发和继发 ARDS<sup>[12]</sup>。

综上, 机械通气患者需要在容量控制条件下应用吸气与呼气保持, 了解阻力、顺应性、Pplat、总 PEEP 等呼吸系统参数变化, 可为参数设置提供依据。随着对保护性通气策略研究的深入, 临床对所谓安全的 Pplat 数值产生质疑。回顾性研究表明,  $\Delta P(VT, Crs)$  可揭示 ARDS 患者功能性肺容量, 比

单用 VT 更好, 优于 Pplat。机械通气测定  $\Delta P$  在多数 ARDS 患者可预示病情的演变; 然而  $\Delta P$  不能区分  $E_L$  和  $E_{cw}$ , 经肺  $\Delta P$  是评估肺实质损伤的重要指标。尽管平卧位的 Pes 受诸多因素影响, 但是测定 Pes 潜在的错误能通过测定  $\Delta Pes$  来减低或消除, 以准确反映肺顺应性。对严重 ARDS 患者, Pes 导向的参数设定尤其对低 Ccw 患者是较好的选择。临床上只有关注 Pplat、 $\Delta P$ 、Ptp 的影响因素与限制, 才能更好地指导应用。

## 参考文献

- [1] Chiumello D, Carlesso E, Cadringer P, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008, 178 (4): 346-355. DOI: 10.1164/rccm.200710-1589OC.
- [2] Borges JB, Hedenstierna G, Larsson A, et al. Altering the mechanical scenario to decrease the driving pressure [J]. *Crit Care*, 2015, 19: 342. DOI: 10.1186/s13054-015-1063-x.
- [3] The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2000, 342 (18): 1301-1308. DOI: 10.1056/NEJM200005043421801.
- [4] Washko GR, O'Donnell CR, Loring SH. Volume-related and volume-independent effects of posture on esophageal and transpulmonary pressures in healthy subjects [J]. *J Appl Physiol* (1985), 2006, 100 (3): 753-758. DOI: 10.1152/jappphysiol.00697.2005.
- [5] Loring SH, O'Donnell CR, Behazin N, et al. Esophageal pressures in acute lung injury: do they represent artifact or useful information about transpulmonary pressure, chest wall mechanics, and lung stress? [J]. *J Appl Physiol* (1985), 2010, 108 (3): 515-522. DOI: 10.1152/jappphysiol.00835.2009.
- [6] Talmor D, Sarge T, O'Donnell CR, et al. Esophageal and transpulmonary pressures in acute respiratory failure [J]. *Crit Care Med*, 2006, 34 (5): 1389-1394. DOI: 10.1097/01.CCM.0000215515.49001.A2.
- [7] Talmor DS, Fessler HE. Are esophageal pressure measurements important in clinical decision-making in mechanically ventilated patients? [J]. *Respir Care*, 2010, 55 (2): 162-174.
- [8] Baydur A, Behrakis PK, Zin WA, et al. A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique [J]. *Am Rev Respir Dis*, 1982, 126 (5): 788-791. DOI: 10.1164/arrd.1982.126.5.788.
- [9] Brower RG, Hubmayr RD, Slutsky AS. Lung stress and strain in acute respiratory distress syndrome: good ideas for clinical management? [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008, 178 (4): 323-324. DOI: 10.1164/rccm.200805-733ED.
- [10] Hager DN, Brower RG. Customizing lung-protective mechanical ventilation strategies [J]. *Crit Care Med*, 2006, 34 (5): 1554-1555. DOI: 10.1097/01.CCM.0000216183.25478.03.
- [11] Talmor D, Sarge T, Malhotra A, et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury [J]. *N Engl J Med*, 2008, 359 (20): 2095-2104. DOI: 10.1056/NEJMoa0708638.
- [12] Gattinoni L, Pelosi P, Suter PM, et al. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes? [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998, 158 (1): 3-11. DOI: 10.1164/ajrcm.158.1.9708031.

(收稿日期: 2016-01-12)

(本文编辑: 李银平)