

跨肺压测量

目录

1	Mortality and pulmonary mechanics in relation to respiratory system and transpulmonary driving pressures in ARDS (ARDS 病人死亡率和肺力学与呼吸系统和跨肺驱动压有关)	4
2	Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury (食道压引导的急性肺损伤病人机械通气)	5
3	Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人机械通气期间的肺应力和应变)	6
4	Esophageal and transpulmonary pressures in acute respiratory failure (急性呼吸衰竭病人的食道压和跨肺压)	7
5	Recruitment maneuvers: using transpulmonary pressure to help Goldilocks (肺复张术: 使用跨肺压来获得恰到好处的效果)	8
6	Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. (使用肺复张操作和呼气末正压滴定治疗病态肥胖 ICU 病人。)	9
7	Volume delivered during recruitment maneuver predicts lung stress in acute respiratory distress syndrome (在肺复张操作过程中输送的容量可预测急性呼吸窘迫综合征病人的肺应力)	9
8	Effect of body mass index in acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人体重指数的影响)	10
9	Transpulmonary pressure and gas exchange during decremental PEEP titration in pulmonary ARDS patients (肺源性 ARDS 病人递减 PEEP 滴定期间的跨肺压和气体交换)	11
10	Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes? (肺源性及非肺源性疾病引起的急性呼吸窘迫综合征是不同的疾病?)	12
11	Alterations of lung and chest wall mechanics in patients with acute lung injury: effects of positive end-expiratory pressure (急性肺损伤病人肺及胸壁力学的变化: 呼气末正压的影响)	13
12	The occlusion tests and end-expiratory esophageal pressure: measurements and comparison in controlled and assisted ventilation (阻断试验和呼气末食道压: 控制和辅助通气的比较与测量)	14
13	In vivo calibration of esophageal pressure in the mechanically ventilated patient makes measurements reliable (机械通气病人食道压体内校准使测量可靠)	15
14	Do spontaneous and mechanical breathing have similar effects on average transpulmonary and alveolar pressure? A clinical crossover study (自主和机械呼吸是否对平均跨肺压和肺泡压力有类似影响? 一项临床交叉研究)	15

15	Non-invasive assessment of lung elastance in patients with acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人肺弹性的无创评估)	16
16	Positive end expiratory pressure titrated by transpulmonary pressure improved oxygenation and respiratory mechanics in acute respiratory distress syndrome patients with intra-abdominal hypertension (通过跨肺压滴定的呼气末正压可促进腹内高压的急性呼吸窘迫综合征病人的氧合状态和呼吸力学)	16
17	Comparison of 2 correction methods for absolute values of esophageal pressure in subjects with acute hypoxemic respiratory failure, mechanically ventilated in the ICU (比较 2 个在 ICU 进行机械通气后纠正急性低氧性呼吸衰竭受试者食道压绝对值的方法) ..	17
18	ECMO criteria for influenza A (H1N1)-associated ARDS: role of transpulmonary pressure (甲型 H1N1 流感相关性 ARDS 的 ECMO 标准: 跨肺压的作用) ..	18
19	Esophageal pressures in acute lung injury: do they represent artifact or useful information about transpulmonary pressure, chest wall mechanics, and lung stress? (急性肺损伤病人的食道压是跨肺压、胸壁力学及肺应力的假象还是有用信息?)	19
20	Influence of lung and chest wall compliances on transmission of airway pressure to the pleural space in critically ill patients (肺及胸壁顺应性对气道压传送至危重症病人胸膜腔的影响)	19
21	A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique (一个评估食道气囊技术有效性的简单方法)	20
22	Pulmonary, chest wall, and lung-thorax elastances in acute respiratory failure (急性呼吸衰竭病人的肺、胸壁及胸肺弹性)	20
23	Topography of esophageal pressure as a function of posture in man (人的体位与食道压分布形态的函数关系)	21
24	Value and limitations of transpulmonary pressure calculations during intra-abdominal hypertension (在腹内高压期间跨肺压计算的数值和限制)	21
25	Pleural pressure and optimal positive end-expiratory pressure based on esophageal pressure versus chest wall elastance: incompatible results (基于食道压与胸壁弹性的胸腔压力和最佳呼气末正压: 不一致的结果)	22
26	Volume-related and volume-independent effects of posture on esophageal and transpulmonary pressures in healthy subjects (体位对健康受试者食道压及跨肺压的容量相关性及其容量独立性影响)	22
27	Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure: an experimental study (急性呼吸衰竭期间的肺复张和塌陷: 一项试验研究)	23
28	Validation of esophageal pressure occlusion test after paralysis (对麻痹后食道压阻断试验的验证)	23

29	Lung mechanics in sitting and horizontal body positions (在坐位及平躺位的肺力学)	24
	Additional files (其它文献)	25
30	Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives (临床环境下的食道压和跨肺压: 含义、有效性和前景)	25
31	The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure (食道压测量对呼吸衰竭病人的应用)	25
32	Transpulmonary pressure: the importance of precise definitions and limiting assumptions (跨肺压: 准确定义和限制性假设的重要性)	26
33	The promises and problems of transpulmonary pressure measurements in acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人跨肺压测量的预示作用和问题)	26
34	Measurement of esophageal pressure at bedside: pros and cons (食道压临床测量的利弊) .	26
35	Two steps forward in bedside monitoring of lung mechanics: transpulmonary pressure and lung volume (在肺力学临床监测方面向前迈进了两步: 跨肺压和肺容量)	27
36	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 (目标导向的机械通气: 我们是否瞄准正确的目标? 关于通过食道压引导瞄准急性呼吸衰竭病人最佳肺顺应性的可选择方法的一项建议)	27
37	Esophageal pressure: benefit and limitations (食道压: 优点和不足)	27
38	Targeting transpulmonary pressure to prevent ventilator induced lung injury (确定跨肺压目标以预防呼吸机诱发性肺损伤)	28
39	Esophageal and gastric pressure measurements (食道压和胃压测量)	28
40	Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients (机械通气病人的呼吸力学) ..	29

Mortality and pulmonary mechanics in relation to respiratory system and transpulmonary driving pressures in ARDS (ARDS 病人死亡率和肺力学与呼吸系统和跨肺驱动压有关)

Baedorf Kassis E, Loring SH, Talmor D

Intensive Care Med. 2016 Aug;42(8):1206-13

PMID 27318943, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27318943>

实验设计	EPVent 子研究
病人	56 名病人来自以前的 EPVent 研究 (按照随机分组比较生存者和非生存者)
目的	检查呼吸系统和跨肺驱动压, 基线、5 分钟和 24 小时肺力学与 28 天死亡率的关系
主要结果	基线和 5 分钟呼吸系统或跨肺驱动压没有差异。在 24 小时之前, 生存者拥有更低的呼吸系统和跨肺驱动压, 而干预组拥有更低的跨肺驱动压。
结论	目标正跨肺压可改善弹性和驱动压力, 并可能与 28 天死亡率改善相关

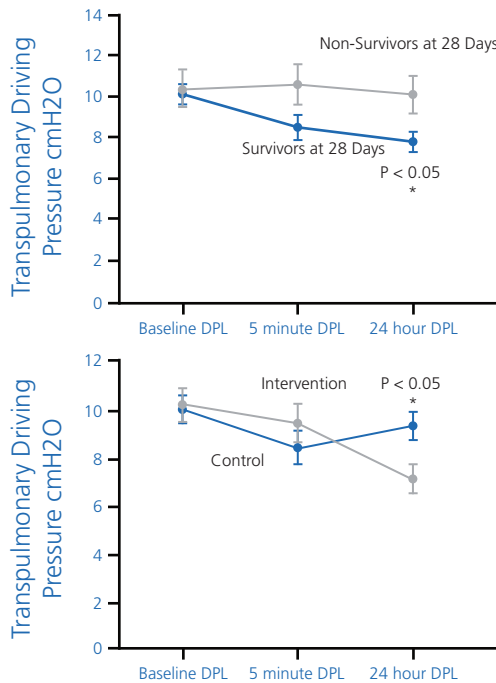


图 1: 生存者和干预组中的病人拥有更低的跨肺驱动压

Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury (食道压引导的急性肺损伤病人机械通气)

Talmor D, Sarge T, Malhotra A, O'Donnell CR, Ritz R, Lisbon A, Novack V, Loring SH

N Engl J Med. 2008 Nov 13;359(20):2095-104

PMID 19001507, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19001507>

实验设计 随机对照试验：按照食道压测量结果或者ARDSnet上EPVent试验表格调整PEEP以达到呼气末正PTP（跨肺压）

病人 61 名 ALI（急性肺损伤）/ARDS（急性呼吸窘迫综合征）病人

目的 比较氧合状态、顺应性和预后

主要结果 食道压引导组的 72 小时 PaO₂/FiO₂ 比对照组高 88 mmHg。此影响出现在 24、48 和 72 小时。食道压引导组的 24、48 和 72 小时呼吸系统的顺应性显著更好。该研究达到了它的停止标准，在纳入 61 名病人后停止，因此，不同组的预后没有不同。

结论 目标呼气末正跨肺压促进了 ARDS 病人的氧合状态和顺应性

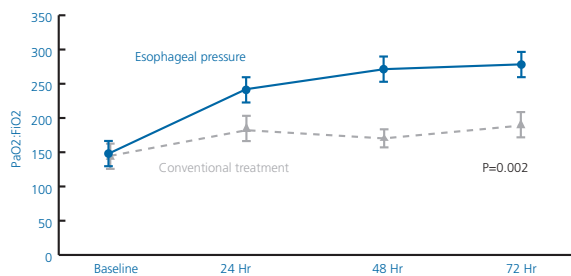
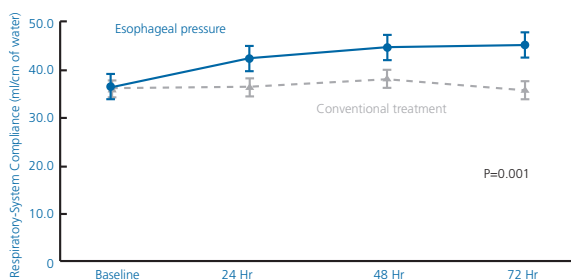


图 2: 目标呼气末正跨肺压使 PaO₂:FiO₂ 比率和 Crs（呼吸系统的顺应性）显著增加了



Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人机械通气期间的肺应力和应变)

Chiumello D, Carlesso E, Cadringer P, Caironi P, Valenza F, Polli F, Tallarini F, Cozzi P, Cressoni M, Colombo A, Marini JJ, Gattinoni L

Am J Respir Crit Care Med. 2008 Aug 15;178(4):346-55

PMID 18451319, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18451319>

实验设计	前瞻性干预比较研究
病人	80 名 ICU 病人: 40 名 ALI (急性肺损伤) / ARDS (急性呼吸窘迫综合征) 病人, 40 名对照病人
目的	确定 Pplat (平台压) 是否可充分代替在数量上等于 ΔP_{tp} (跨肺压) 的应力。
主要结果	由于 E_l (肺弹性) / E_{rs} (呼吸系统弹性) 的变化, 给定应用的 ΔP_{aw} (气道压) 产生了很大的应力变化。患有 ALI/ARDS 的病病人的 ΔP_{tp} 高于对照组。
结论	平台压不能充分代替肺应力

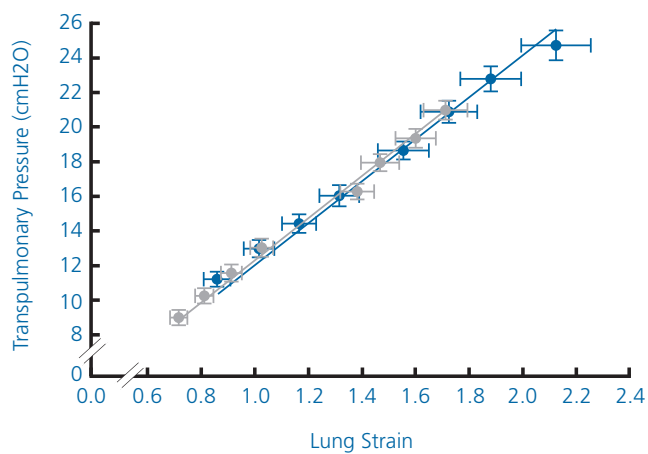


图 3: 应力和应变通过一个常数比例因子相关联。知道任意一个, 我们便可推出另一个。

Esophageal and transpulmonary pressures in acute respiratory failure (急性呼吸衰竭病人的食道压和跨肺压)

Talmor D, Sarge T, O'Donnell CR, Ritz R, Malhotra A, Lisbon A, Loring SH
Crit Care Med. 2006 May;34(5):1389-94
PMID 16540960, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16540960>

实验设计 前瞻性观察研究

病人 70 名 ARF (急性呼吸衰竭) 病人

目的 确定胸壁对呼气末和吸气末 Ptp (跨肺压) 的影响特点

主要结果 Peso (食道压) 在呼气末平均值为 17.5 ± 5.7 cmH2O, 在吸气末为 21.2 ± 7.7 cmH2O。食道压与体重指数不显著相关。Ptp (跨肺压) 在呼气末为 1.5 ± 6.3 cmH2O, 在吸气末为 21.4 ± 9.3 cmH2O, 在平台期为 18.4 ± 10.2 cmH2O, 呼气末跨肺压与 PEEP 相关 ($p < 0.0001$)。24% 的 Ptp 变化是由 Paw (气道压) 引起的 ($R = 0.243$), 52% 是由 Peso 变化导致的。

结论 高食道压表明胸壁的机械属性明显并不可预测地影响呼吸系统, 因此, 气道压无法充分预测跨肺压或肺膨胀

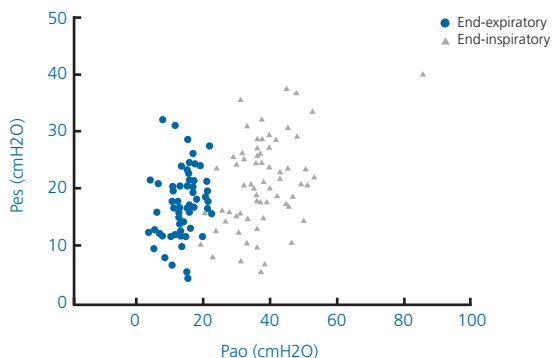


图 4: 气道压无法预测食道压

Recruitment maneuvers: using transpulmonary pressure to help Goldilocks (肺复张术：使用跨肺压来获得恰到好处的效果)

Baedorf Kassis E, Loring S, Talmor D

Intensive Care Med. 2017 Aug;43(8):1162-1163

PMID 28386726, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28386726>

实验设计	EPVent 研究事后分析
病人	28 名病人
目的	在肺复张时检测肺弹性 (EL) 的变化：EL 下降 (ΔEL 为负) 可认为是肺复张的证据，而 EL 上升 (ΔEL 为正) 是过度复张的证据
主要结果	在手术操作中复张容量依赖于跨肺压并反向依赖于 ΔEL ： - 当患者的最高跨肺压 (PL, RM) ≥ 20 cmH ₂ O，在肺复张时 ΔEL 是正的 - 当最高跨肺压在 10 到 20 cmH ₂ O 之间时 ΔEL 是负的 - 当患者最高跨肺压小于 10 cmH ₂ O， ΔEL 可忽略不计
结论	最优“窗口”为 10 到 20 cmH ₂ O 之间，足够扩张肺，优化弹性并避免过度扩张
注释	跨肺压可以帮助确定有效并安全进行肺复张术时的压力。

Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. (使用肺复张操作和呼气末正压滴定治疗病态肥胖 ICU 病人。)

Pirrone M, Fisher D, Chipman D, Imber DA, Corona J, Mietto C, Kacmarek RM, Berra L
Crit Care Med. 2016 Feb;44(2):300-7
PMID 26584196, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26584196>

实验设计	前瞻性交叉非随机干预研究
病人	14 名通气的病态肥胖 (体重指数 > 35 kg/m ²) ICU 病人
目的	比较临床医生设置的 PEEP、根据呼气末正跨肺压设置的 PEEP 和与最低驱动压力相关的 PEEP、阶梯式肺复张操作前后
主要结果	两种方法都可确定类似的最佳 PEEP (21 ± 4 vs 21 ± 4 cmH ₂ O; p = 0.40)。PEEP 使呼气末肺容量 (Δ 11 ± 7 mL/kg; p < 0.01) 和氧合 (Δ 86 ± 50 torr; p < 0.01) 增加, 并使肺弹性降低 (Δ 5 ± 5 cmH ₂ O/l; p < 0.01)。肺复张操作对增加 EELV (呼气末肺容量) 和降低吸气末跨肺压有效, 可改善肺充气分布和减少过度扩张。临床医生设置的 PEEP (12 ± 3 cmH ₂ O) 与更低肺容量、更差肺弹性和更低氧合相关。
结论	在治疗病态肥胖病人中, 与临床医生通常设置的 PEEP 相比, 肺复张操作伴行 PEEP 滴定可改善肺容量、呼吸系统弹性和氧合状态

Volume delivered during recruitment maneuver predicts lung stress in acute respiratory distress syndrome (在肺复张操作过程中输送的容量可预测急性呼吸窘迫综合征病人的肺应力)

Beitler JR, Majumdar R, Hubmayr RD, Malhotra A, Thompson BT, Owens RL, Loring SH, Talmor D
Crit Care Med. 2016 Jan;44(1):91-9
PMID 26474111, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26474111>

实验设计	EPVent 子研究
病人	42 名 ARDS 病人
目的	确定在肺复张操作过程中输送的容量 (VRM) (包括在 40 cmH ₂ O 下持续充气 30 秒) 是否与急性呼吸窘迫综合征病人的肺应力和死亡率负相关
主要结果	在 7.4 和 34.7 ml/kg 之间的 VRM 可预测体重。更低的 VRM 可预测高吸气末和呼气肺应力。低 VRM 还与增加的死亡风险相关。
结论	低 VRM 可预测高肺应力, 也可预测急性呼吸窘迫综合征病人的死亡风险

Effect of body mass index in acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人体重指数的影响)

Chiumello D, Colombo A, Algieri I, Mietto C, Carlesso E, Crimella F, Cressoni M, Quintel M, Gattinoni L

Br J Anaesth. 2016 Jan;116(1):113-21

PMID 26675954, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26675954>

实验设计 前瞻性生理研究

病人 101 名 ARDS 病人

目的 比较正常体重和肥胖 ARDS 病人的呼吸力学

主要结果 肥胖组、超重组和正常体重组在 5 和 15 cmH₂O PEEP 下的 E_l (肺弹性) 和 E_{cw} (胸壁弹性) 类似。肺复张性不受体重影响。肥胖组与正常体重组相比，肺气量显著更低，而总附加压力 (表示在呼气末施加 PTP (跨肺压) 以抵消增加的肺重量，并使在上次吸气时打开的肺单位保持打开) 显著更高。

结论 肥胖 ARDS 病人没有更高的胸壁弹性和肺复张性

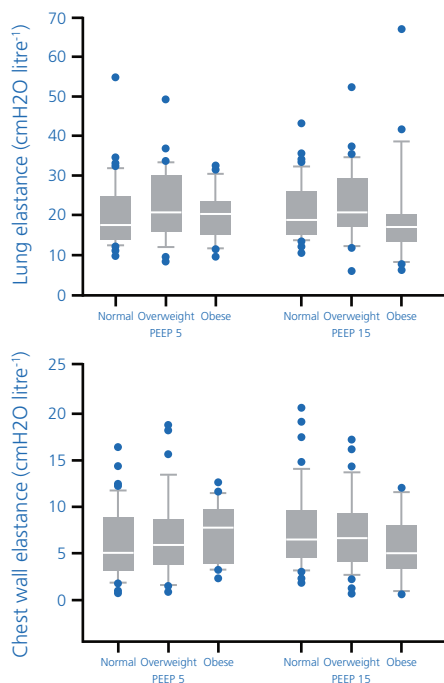


图 5: 结果显示不同体重组在 2 个不同 PEEP 水平下的肺和胸壁弹性无差异

Transpulmonary pressure and gas exchange during decremental PEEP titration in pulmonary ARDS patients (肺源性 ARDS 病人递减 PEEP 滴定期间的跨肺压和气体交换)

Rodriguez PO, Bonelli I, Setten M, Attie S, Madorno M, Maskin LP, Valentini R
Respir Care. 2013 May;58(5):754-63
PMID 23051849, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23051849>

实验设计 前瞻性干预研究

病人 11 名 ARDS 病人

目的 阐述递减 PEEP 试验期间的 Ptp (跨肺压) 和气体交换

主要结果 当 PEEP 低于 8.9 ± 5.2 cmH2O 时, 所有受试者的呼气末 Ptp 均为负。当呼气 Ptp 为负时, PaO2 降低 ($p < 0.001$)。

结论 呼气末负 Ptp 显示肺泡塌陷风险高, 并导致氧合状态更差

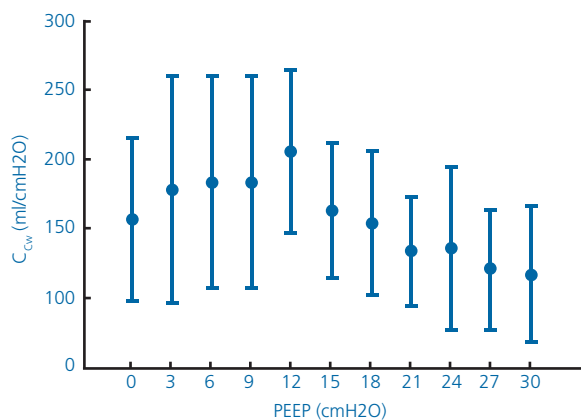
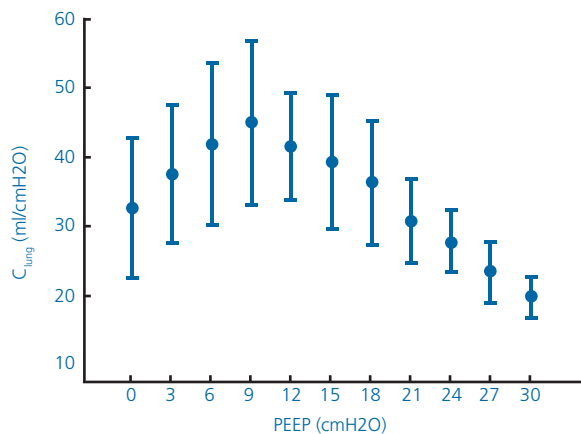


图 6: C_l (肺顺应性) 会因 PEEP 水平而变化, 但 C_{cw} (胸壁顺应性) 不会



Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes? (肺源性及非肺源性疾病引起的急性呼吸窘迫综合征是不同的疾病?)

Gattinoni L, Pelosi P, Suter PM, Pedoto A, Vercesi P, Lissoni A
 Am J Respir Crit Care Med. 1998 Jul;158(1):3-11
 PMID 9655699, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9655699>

实验设计 前瞻性干预研究

病人 21 名 ICU 病人: 12 名 ARDS_p 病人, 9 名 ARDS_{exp} 病人

目的 评估肺源性 ARDS (ARDS_p) 病人及非肺源性 ARDS (ARDS_{exp}) 病人的可能的呼吸力学差异

主要结果 在 PEEP 水平, 两组的 Ers (呼吸系统弹性) 和 EELV (呼气末肺容量) 相似。肺源性 ARDS 病人的 EI (肺弹性) 高于非肺源性 ARDS 病人 (20.2 ± 5.4 vs 13.8 ± 5.0 cmH₂O/L, p<0.05), 非肺源性 ARDS 病人的 Ecw (胸壁弹性) 高于肺源性 ARDS 病人 (12.1 ± 3.8 vs 5.2 ± 1.9 cmH₂O/l, p<0.05)。非肺源性 ARDS 病人的腹内压高于肺源性 ARDS 病人 (22.2 ± 6.0 vs 8.5 ± 2.9 cmH₂O, p<0.01), 其与 Ecw 显著相关 (p<0.01)。使 PEEP 增至 15 cmH₂O 会导致肺源性 ARDS 病人的 Ers 增加 (从 25.4 ± 6.2 增至 31.2 ± 11.3 cmH₂O/l, p<0.01), 以及非肺源性 ARDS 病人的呼吸系统弹性降低 (从 25.9 ± 5.4 降至 21.4 ± 5.5 cmH₂O/l, p<0.01)。

结论 肺源性 ARDS 及非肺源性 ARDS 在对肺与胸壁顺应性的影响以及对 PEEP 的反应方面有所不同。根据食道压测量结果可评估胸壁与肺顺应性及对 PEEP 的反应。

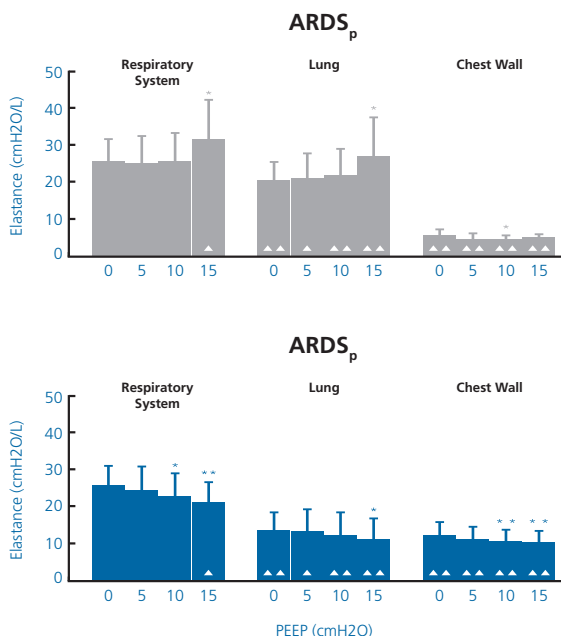


图 7: EI 增加会导致肺源性 ARDS 病人的 Ers 增加。Ecw 及 EI 增加会导致非肺源性 ARDS 病人的 Ers 增加。

Alterations of lung and chest wall mechanics in patients with acute lung injury: effects of positive end-expiratory pressure (急性肺损伤病人肺及胸壁力学的变化：呼气末正压的影响)

Pelosi P, Cereda M, Foti G, Giacomini M, Pesenti A
Am J Respir Crit Care Med. 1995 Aug;152(2):531-7
PMID 7633703, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7633703>

实验设计 前瞻性干预比较研究

病人 24 名 ICU 病人：10 名 ALI（急性肺损伤）病人，8 名 ARDS 病人，8 名对照病人

目的 评估胸壁及肺部对呼吸系统力学的个别影响

主要结果 在 ZEEP（零水平 PEEP）水平，相比对照受试者，ALI 及 ARDS 病人的 EI（肺弹性）及 Ecw（胸壁弹性）都增加了。ALI 受试者的 EELV（呼气末肺容量）低于对照受试者，而 ARDS 病人远低于对照受试者。

结论 ALI/ARDS 的 EI 及 Ecw 都增加了

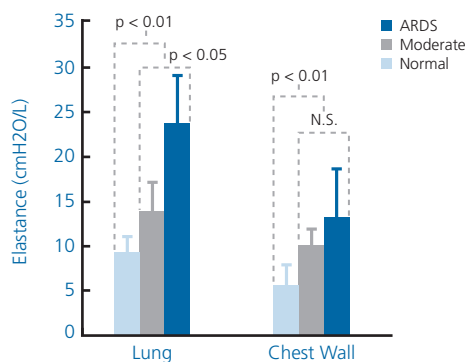


图 8: ARDS 病人的肺弹性及胸壁弹性增加

The occlusion tests and end-expiratory esophageal pressure: measurements and comparison in controlled and assisted ventilation (阻断试验和呼气末食道压: 控制和辅助通气的比较与测量)

Chiumello D, Consonni D, Coppola S, Froio S, Crimella F, Colombo A
Ann Intensive Care. 2016 Dec;6(1):13
PMID 26868503, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26868503>

实验设计	前瞻性生理研究
病人	21 名 ICU 病人
目的	评估麻痹、两种不同食道气囊放置和两个 PEEP 水平对通过正压阻断试验和 Baydur 试验测定的 ΔP_{es} (食道压) / ΔP_{aw} (气道压) 比值及呼气末食道压和呼吸力学 (肺和胸壁) 的影响
主要结果	与 Baydur 试验相比, 在正压阻断试验中食道压/气道压比值稍微更高 (+0.11)。PEEP 水平和食道气囊放置不影响此比值。食道压和气道压与 Baydur 试验中的相关系数 $r = 0.984$ 和正压阻断试验中的 $r = 0.909$ 显著有关。当食道气囊放置在低位时 (+2.26 cmH ₂ O), 与镇静病人相比 (+2.47 cmH ₂ O), 镇静和麻痹病人呼气末食道压显著更高。食道气囊放置稍微影响肺弹性, 然而 PEEP 可使胸壁弹性降低, 但不影响肺和呼吸系统总弹性。
结论	麻痹和气囊放置在临床上不影响食道压/气道压比值的测量, 但他们可使呼气末食道压增加

In vivo calibration of esophageal pressure in the mechanically ventilated patient makes measurements reliable (机械通气病人食道压体内校准使测量可靠)

Mojoli F, Iotti GA, Torriglia F, Pozzi M, Volta CA, Bianzina S, Braschi A, Brochard L
Crit Care. 2016 Apr 11;20:98
PMID 27063290, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27063290>

实验设计	前瞻性生理研究
病人	36 名病人
目的	评估包括优化气囊充盈和消除食道壁所产生压力 (Pew) 的校准程序的可行性和效果
主要结果	VBEST (与 Peso (食道压) 的最大呼气增加相关的充盈量) 为 3.5 ± 1.9 ml (范围 0.5–6.0)。食道弹性为 1.1 ± 0.5 cmH ₂ O/ml。充盈量分别为 0.5 ml、VBEST 和 4.0 ml 时, Pew 为 0.0 ± 0.1 、 2.0 ± 1.9 和 3.0 ± 1.7 cmH ₂ O ($p < 0.0001$), 然而在 22%、98% 和 88% 病例中阻断试验符合要求 ($p < 0.0001$)。
结论	在机械通气下, 气囊充盈量增加超过常规建议低量可保证食道压的完全传送波动
注释	简单的校准程序可帮助找到与呼气 Pes 变异最佳传送相关的充盈量, 以及消除相关的基线伪影, 因此使 Pes 的绝对值测量可靠。

Do spontaneous and mechanical breathing have similar effects on average transpulmonary and alveolar pressure? A clinical crossover study (自主和机械呼吸是否对平均跨肺压和肺泡压力有类似影响? 一项临床交叉研究)

Bellani G, Grasselli G, Teggie-Droghi M, Mauri T, Coppadoro A, Brochard L, Pesenti A
Crit Care. 2016 Apr 28;20(1):142
PMID 27160458, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27160458>

实验设计	前瞻性交叉研究
病人	10 名病人
目的	比较 3 个 PSV (压力支持通气) 和 CMV (控制机械通气) 水平的跨肺压变异, 估计 SB (自主呼吸) 对肺泡压力的影响, 以及确定是否可在 PSV 时测定可靠的平台压
主要结果	CMV 和 PSV 之间的总 ΔP_{tp} (跨肺压) 类似, 但某些个体值仅松散相关。自主呼吸对肺泡压力的作用方式与 PSV 类似。PSV 时进行的吸气阻断屏气所测定的 P _{plat} (平台压) 与 CMV 相当。
结论	CMV 和 PSV 之间的 ΔP_{tp} 类似。机械通气中的自主呼吸可引起肺泡压力负波动, 这是 SB (自主呼吸) 可能潜在诱发肺损伤的一个机制

Non-invasive assessment of lung elastance in patients with acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人肺弹性的无创评估)

Garnero A, Tuxen D, Ducros L, Demory D, Donati SY, Durand-Gasselín J, Cooper J, Hodgson C, Arnal JM

Minerva Anesthesiol. 2015 Oct;81(10):1096-104

PMID 25424169, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25424169>

实验设计	前瞻性生理研究
病人	26 名早期发病的中度至严重 ARDS 病人
目的	比较通过无创肺气压测定法 (ELLB) 与食道压法 (ELPeso) 评估的肺弹性
主要结果	使用 Bland-Altman 法得出的 ELLB 与 ELPeso 的一致性证明了 PEEP 增加和降低过程中的偏差及具有很大的一致极限。在 PEEP 增加和降低过程中, ELLB/ERS (呼吸系统弹性) 及 ELPeso/ERS (呼吸系统弹性) 无线性相关性。
结论	肺气压测定法无法代替食道压测量用于评估肺弹性

Positive end expiratory pressure titrated by transpulmonary pressure improved oxygenation and respiratory mechanics in acute respiratory distress syndrome patients with intra-abdominal hypertension (通过跨肺压滴定的呼气末正压可促进腹内高压的急性呼吸窘迫综合征病人的氧合状态和呼吸力学)

Yang Y, Li Y, Liu SQ, Liu L, Huang YZ, Guo FM, Qiu HB

Chin Med J. 2013;126(17):3234-9

PMID 24033942, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24033942>

实验设计	前瞻性干预研究
病人	15 名 ARDS 病人: 7 名腹内高压病人 (IAH, 膀胱内压 >12 cmH ₂ O), 8 名非 IAH 病人
目的	确定通过 Ptp (跨肺压) 及 ARDSnet 表设置 PEEP 对氧合状态和呼吸力学的影响
主要结果	通过跨肺压滴定的 PEEP 高于通过 ARDSnet 表调整的 PEEP, 其中 IAH 病人为 17.3 ± 2.6 cmH ₂ O 与 6.3 ± 1.6 cmH ₂ O, 非 IAH 病人为 9.5 ± 2.1 cmH ₂ O 与 7.8 ± 1.9 cmH ₂ O。IAH 病人在通过跨肺压滴定的 PEEP 的 PaO ₂ /FiO ₂ 高于通过 ARDSnet 表调整的比值 (272 ± 40 mmHg vs 209 ± 50 mmHg), 在通过跨肺压滴定的 PEEP 的 Crs (呼吸系统的顺应性) 及 C _l (肺顺应性) 高于通过 ARDSnet 表调整的顺应性。
结论	使用 P _{eso} (食道压) 对管理危重症 IAH 病人很重要

Comparison of 2 correction methods for absolute values of esophageal pressure in subjects with acute hypoxemic respiratory failure, mechanically ventilated in the ICU (比较 2 个在 ICU 进行机械通气后纠正急性低氧性呼吸衰竭受试者食道压绝对值的方法)

Guérin C, Richard JC

Respir Care. 2012 Dec;57(12):2045-51

PMID 23233496, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23233496>

实验设计	前瞻性干预研究
病人	42 名 ALI (急性肺损伤) /ARDS (急性呼吸窘迫综合征) 病人
目的	比较 2 个纠正 Peso (食道压) 绝对值的方法: 不变数值 5 cmH2O 及在舒张容量测得的 Peso
主要结果	通过 5 cmH2O 纠正的呼气末 Ptp (跨肺压) 为 6 (1-8) cmH2O, 而通过在舒张容量测得的 Peso 纠正的 Ptp 为 2 (1-5) cmH2O (p = 0.008)。在 28 名受试者中, 通过 5 cmH2O 纠正的呼气末 Ptp 高于通过在舒张容量测得的 Peso 纠正的 Ptp, 然而在 14 名受试者中, 通过在舒张容量测得的 Peso 纠正的 Ptp 高于通过 5 cmH2O 纠正的 Ptp。
结论	通过一个在舒张容量测得的数值纠正食道压绝对值的准确性远高于不变数值 5 cmH2O

ECMO criteria for influenza A (H1N1)-associated ARDS: role of transpulmonary pressure (甲型 H1N1 流感相关性 ARDS 的 ECMO 标准: 跨肺压的作用).

Grasso S, Terragni P, Birocco A, Urbino R, Del Sorbo L, Filippini C, Mascia L, Pesenti A, Zangrillo A, Gattinoni L, Ranieri VM

Intensive Care Med. 2012 Mar;38(3):395-403

PMID 22323077, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22323077>

实验设计	前瞻性干预研究
病人	14 名转诊接受 ECMO 治疗的甲型 AH1N1 流感相关性 ARDS 病人
目的	评估在 E1 (肺弹性) 与 E _{cw} (胸壁弹性) 之间区分 E _{rs} (呼吸系统弹性) 以便确定接近生理上限 (25 cmH ₂ O) 的吸气末 P _{tp} (跨肺压) 目标值是否可优化氧合状态
主要结果	7 名病人的吸气末 P _{tp} 为 27.2 ± 1.2 cmH ₂ O; 所有这些病人都接受了 ECMO。另外 7 名病人的吸气末 P _{tp} 为 16.6 ± 2.9 cmH ₂ O, 增加 PEEP (从 17.9 ± 1.2 增至 22.3 ± 1.4 cmH ₂ O) 以接近吸气末 P _{tp} 的生理上限 = 25.3 ± 1.7 cmH ₂ O 可促进氧合状态, 使病人在无 ECMO 情况下接受治疗。两组中都有肥胖病人。
结论	某些甲型 AH1N1 流感相关性 ARDS 病人可能出现胸壁力学异常, 因此, 分析肺及胸壁力学可避免 ECMO。

Esophageal pressures in acute lung injury: do they represent artifact or useful information about transpulmonary pressure, chest wall mechanics, and lung stress? (急性肺损伤病人的食道压是跨肺压、胸壁力学及肺应力的假象还是有用信息?)

Loring SH, O'Donnell CR, Behazin N, Malhotra A, Sarge T, Ritz R, Novack V, Talmor D
J Appl Physiol. 2010 Mar;108(3):515-22
PMID 20019160, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20019160>

实验设计	平行于 EPVent 的生理研究
病人	48 名 EPVent 的病人
目的	通过与同时测得的 Pga (胃压) 和 Pblad (膀胱内压) 对比评估 Peso (食道压) 的可靠性
主要结果	呼气末食道压、胃压和膀胱内压的平均值分别为 18.6 ± 4.7 、 18.4 ± 5.6 和 19.3 ± 7.8 cmH ₂ O。呼气末 Pes 与 Pga 和 Pblad 相关, 但与 Ccw (胸壁顺应性) 不相关。Ptp 在呼气末为 -2.8 ± 4.9 cmH ₂ O, 在吸气末为 8.3 ± 6.2 cmH ₂ O。作为吸气末跨肺压测得的肺应力远小于根据 Pplat (平台压)、Cl (肺顺应性) 及 Ccw 乘 9.6 cmH ₂ O 推出的应力。
结论	用 ΔPtp 计算肺应力测量不完整, 因为没有考虑胸腔内的预加应力。Peso 可提供有意义的信息。

Influence of lung and chest wall compliances on transmission of airway pressure to the pleural space in critically ill patients (肺及胸壁顺应性对气道压传送至危重症病人胸膜腔的影响)

Jardin F, Genevray B, Brun-Ney D, Bourdarias JP
Chest. 1985 Nov;88(5):653-8
PMID 3902386, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3902386>

实验设计	前瞻性干预比较研究
病人	19 名 ARF (急性呼吸衰竭) 病人, 分为 3 组: Crs (呼吸系统的顺应性) > 45, Crs 在 45 - 30 之间, Crs < 30 ml/cmH ₂ O
目的	评估在呼气末、吸气末及三个 PEEP 水平 Paw (气道压力) 向胸膜腔的传送
主要结果	在 Crs > 45 ml/cmH ₂ O 的病人中, 37% 的 Paw (气道压) 被传送至胸膜腔, Cl (肺顺应性) = 100.3 ± 17.2 ml/cmH ₂ O。当 Crs 在 45 - 30 ml/cmH ₂ O 之间时, 32% 的 Paw 被传送到胸膜腔, Cl = 45.0 ± 6.3 ml/cmH ₂ O。当 Crs < 30 ml/cmH ₂ O 时, 24% 的 Paw (气道压) 被传送至胸膜腔, Cl = 28.6 ± 8.9 ml/cmH ₂ O。
结论	肺弹性降低会减少气道压向胸膜腔的传送

A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique (一个评估食道气囊技术有效性的简单方法)

Baydur A, Behrakis PK, Zin WA, Jaeger M, Milic-Emili J. Am Rev Respir Dis 1982 Nov;126(5):788-91
PMID 7149443, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7149443>

实验设计	前瞻性干预生理研究
病人	10 名受试者
目的	通过在呼气末阻断气道以及测量在随后的自发闭塞吸气努力期间，食道压和口腔压的变化比值，确定常规食道气囊技术作为一个胸腔压力计量的有效性
主要结果	在坐位及侧卧位的 $\Delta\text{Pes}/\Delta\text{Pmouth}$ 比值接近于 1。在仰卧位，将气囊放置在食道内的不同层面，从而确定 $\Delta\text{Pes}/\Delta\text{Pmouth}$ 比值接近于 1 的位置。
结论	按照“阻断试验”程序放置气囊验证胸腔压力的测量结果

Pulmonary, chest wall, and lung-thorax elastances in acute respiratory failure (急性呼吸衰竭病人的肺、胸壁及胸肺弹性)

Katz JA, Zinn SE, Ozanne GM, Fairley HB
Chest. 1981 Sep;80(3):304-11
PMID 6944170, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6944170>

实验设计	前瞻性干预研究
病人	15 名 ARF (急性呼吸衰竭) 病人
目的	确定 Ers (呼吸系统弹性) 是否可反应 El (肺弹性)、E _{cw} (胸壁弹性) 或者两者均反应
主要结果	Ers 为 27.9 ± 2.6 cmH ₂ O/l, 胸壁占 $34 \pm 2\%$ 。Ers 改变仅与 El 改变相关 ($r = 0.96$; $p < 0.001$), 与 E _{cw} 无关, 但有 3 名病人除外, 其 Ers 改变是由 E _{cw} 改变引起的。
结论	Peso (食道压) 测量对确定 El 或 E _{cw} 增加是否会导致 Ers 增加很重要

Topography of esophageal pressure as a function of posture in man (人的体位与食道压分布形态的函数关系)

Milic-Emili J, Mead J, Turner JM

J Appl Physiol. 1964 Mar;19:212-6

PMID 14155284, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14155284>

实验设计	前瞻性干预生理研究
病人	7 名健康受试者
目的	确定在各种肺容量及各种姿势的食道压形态
主要结果	上三分之一的压力可反应外部及口腔压力，并随头部姿势而改变。下三分之一的压力逐点变化，并随姿势而改变。中间三分之一的压力是一样的。
结论	在中间三分之一食道测得的 P_{eso} (食道压) 更能贴切反应胸腔压力

Value and limitations of transpulmonary pressure calculations during intra-abdominal hypertension (在腹内高压期间跨肺压计算的数值和限制)

Cortes-Puentes GA, Gard KE, Adams AB, Faltsek KA, Anderson CP, Dries DJ, Marini JJ

Crit Care Med. 2013 Aug;41(8):1870-7

PMID 23863222, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23863222>

实验设计	动物研究
病人	11 只猪
目的	阐述在两个 PEEP (1 和 10 cmH ₂ O) 增加腹内压 (IAP 从 0 增至 25 mmHg) 对 P_{eso} (食道压)、 P_{tp} (跨肺压) 及功能残气量 (FRC) 的影响
主要结果	在两个 PEEP 水平增加 IAP (腹内压) 均可使 FRC 减少，同时不改变呼气末 P_{eso} 。当 IAP 高于 5 mmHg 时， P_{plat} (平台压) 呈线性增加 50% 的 IAP，同时 P_{eso} 有同样改变。当 V_t 保持恒定时， P_{tp} (跨肺压) 改变可忽略不计。IAP 增加可使 C_{cw} (胸壁顺应性) 减少，但在这种情况下，PEEP 增加可改善 C_{cw} 。
结论	由 IAP 增加引起的肺塌陷可通过增加 PEEP 进行改善

Pleural pressure and optimal positive end-expiratory pressure based on esophageal pressure versus chest wall elastance: incompatible results (基于食道压与胸壁弹性的胸腔压力和最佳呼气末正压: 不一致的结果)

Gulati G, Novero A, Loring SH, Talmor D

Crit Care Med. 2013 Aug;41(8):1951-7

PMID 23863227, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23863227>

实验设计	回顾性研究
病人	64 名通过 Peso (食道压) 管理的 ARDS 病人
目的	比较用于估计胸腔压力和设定 PEEP 的 Peso 和 Ecw (胸壁弹性)
主要结果	在呼气末阻断及吸气末阻断过程中, 通过 Peso 与 Ecw 估计的胸腔压力不同且不一致。通过上述两个方法对每名病人推荐的 PEEP 均不一致且不相关。
结论	确定基于呼气末 Peso 的 Ptp (跨肺压) 目标 =0 cmH2O 与确定基于吸气末 Ecw (胸壁弹性) 的 Ptp 目标 =26 cmH2O 的策略不可互换。Ecw 及 Ers (呼吸系统弹性) 不可预测地随 PEEP 改变而变化。

Volume-related and volume-independent effects of posture on esophageal and transpulmonary pressures in healthy subjects (体位对健康受试者食道压及跨肺压的容量相关性及容量独立性影响)

Washko GR, O'Donnell CR, Loring SH

J Appl Physiol. 2006 Mar;100(3):753-8

PMID 16306256, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16306256>

实验设计	前瞻性干预生理研究
病人	10 名健康受试者
目的	确定在舒张容量及肺总量上体位对 Peso (食道压) 影响的变化
主要结果	在舒张容量的 Ptp (跨肺压) 直立位平均值为 3.7 (SD 2.0) cmH2O, 仰卧位平均值为 -3.3 (SD 3.2) cmH2O。直立位与仰卧位 Ptp 降低约 58% 是由舒张容量相应降低引起的。剩余的 2.9 cmH2O 差异与假定的姿势假象报告数值一致。
结论	因纠正仰卧位影响估计的 Ptp 需要增加 3 cmH2O, 但考虑 ARF (急性呼吸衰竭) 病人的 Ptp 范围, 纠正 Ptp 的这个需求有争议

Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure: an experimental study (急性呼吸衰竭期间的肺复张和塌陷: 一项试验研究)

Pelosi P, Goldner M, McKibben A, Adams A, Eccher G, Caironi P, Losappio S, Gattinoni L, Marini JJ

Am J Respir Crit Care Med. 2001 Jul;164(1):122-30

PMID 11435250, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11435250>

实验设计	动物研究
病人	6 只油酸致呼吸衰竭的狗
目的	比较非重力依赖上肺区、中间肺区和重力依赖下肺区的胸腔压力和 Peso (食道压)
主要结果	在非重力依赖区、中间区和重力依赖区胸腔压力与 Peso 均存在一个良好的 Bland-Altman 相关性。绝对值间有显著差异, 但胸腔压力改变与由 Paw (气道压) 增加引起的 Peso 改变相似。
结论	Peso 变化是对胸腔压力变化的一个合理评估

Validation of esophageal pressure occlusion test after paralysis (对麻痹后食道压阻断试验的验证)

Lanteri CJ, Kano S, Sly PD

Pediatr Pulmonol. 1994 Jan;17(1):56-62

PMID 8108177, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8108177>

实验设计	动物研究
病人	16 只小狗
目的	通过阻断气道以及对腹部或肋部施加压力和观察 Peso (食道压) 与 Paw (气道压) 的正波动评估麻痹受试者的阻断试验
主要结果	在传统阻断试验中, Δ Peso 在 10% 的 Δ Paw 范围内。在麻痹后执行的采用腹压的正压阻断试验中, Δ Peso 在 10% 的 Δ Paw 范围内。在采用肋压的正压阻断试验中, Δ Peso 在 10% 的 Δ Paw 范围内。
结论	准确的阻断试验可能适用于在气道阻断过程中采用腹压或肋压的麻痹受试者

Lung mechanics in sitting and horizontal body positions (在坐位及平躺位的肺力学)

Behrakis PK, Baydur A, Jaeger MJ, Milic-Emili J

Chest. 1983 Apr;83(4):643-6

PMID 6831953, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6831953>

实验设计	前瞻性干预生理研究
病人	10 名健康受试者
目的	测量不同姿势的 C1 (肺顺应性)
主要结果	在坐位的 C1 为 210 ml/cmH ₂ O, 在侧卧位 190 ml/cmH ₂ O, 在仰卧位 160 ml/cmH ₂ O。在坐位与仰卧位的变化很显著 (p<0.01)。
结论	在坐位的 Pes ₀ (食道压) 测量值更好。ICU 病人的床头角度应大于 45°。

Additional files (其它文献)

Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives (临床环境下的食道压和跨肺压: 含义、有效性和前景)

Mauri T, Yoshida T, Bellani G, Goligher EC, Carteaux G, Rittayamai N, Mojoli F, Chiumello D, Piquilloud L, Grasso S, Jubran A, Laghi F, Magder S, Pesenti A, Loring S, Gattinoni L, Talmor D, Blanch L, Amato M, Chen L, Brochard L, Mancebo J; 平台压工作组 (PLUG - 欧洲危重病医学会急性呼吸分会)

Intensive Care Med. 2016 Sep;42(9):1360-73

PMID 27334266, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27334266>

实验设计	由 PLUG (胸腔压工作组) 进行审查
目的	审查支持食道压临床应用的相关技术、生理和临床详情
结论	食道压监测为更好地了解急性呼吸衰竭病人的病理生理提供独特的临床测量。包括医师利用临床医疗设备监测食道压等指标可增强治疗, 提高临床预后

The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure (食道压测量对呼吸衰竭病人的应用)

Akoumianaki E(1), Maggiore SM, Valenza F, Bellani G, Jubran A, Loring SH, Pelosi P, Talmor D, Grasso S, Chiumello D, Guérin C, Patroniti N, Ranieri VM, Gattinoni L, Nava S, Terragni PP, Pesenti A, Tobin M, Mancebo J, Brochard L.

Am J Respir Crit Care Med. 2014 Mar 1;189(5):520-31

PMID 24467647, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24467647>

实验设计	国际专家会议 "Plug"
病人	在被动和主动通气期间的 ICU 病人
目的	总结目前的食道压知识, 阐述对机械通气病人的临床应用。
主要结果	Peso 对设置 ARDS 病人的吸气压和 PEEP、研究人机同步及了解撤机失败都有帮助
结论	生理知识, 技术阐述, 临床适用证

Transpulmonary pressure: the importance of precise definitions and limiting assumptions (跨肺压: 准确定义和限制性假设的重要性)

Loring SH, Topulos GP, Hubmayr RD

Am J Respir Crit Care Med. 2016 Dec 15;194(12):1452-57

PMID 27606837, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27606837>

实验设计 论述

结论 解释不同的生理术语以定义肺、胸壁和整个呼吸系统的生理状态，并且在使用它们时强调一致性。

The promises and problems of transpulmonary pressure measurements in acute respiratory distress syndrome (急性呼吸窘迫综合征病人跨肺压测量的预示作用和问题)

Sahetya SK, Brower RG

Curr Opin Crit Care. 2016 Feb;22(1):7-13

PMID 26627536, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26627536>

实验设计 论述

结论 跨肺压测量的不足

Measurement of esophageal pressure at bedside: pros and cons (食道压临床测量的利弊)

Brochard L

Curr Opin Crit Care. 2014 Feb;20(1):39-46

PMID 24300619, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24300619>

实验设计 论述

结论 将食道压用于重症监护的优点和限制

Two steps forward in bedside monitoring of lung mechanics: transpulmonary pressure and lung volume (在肺力学临床监测方面向前迈进了两步: 跨肺压和肺容量)

Cortese GA, Marini JJ

Crit Care 2013 March;19;17(2):219

PMID 23509867, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23509867>

实验设计	论述, 专家观点
病人	不适用
目的	回顾用于监测跨肺压及 FRC (功能残气量) 的管理基本原理和技术背景
主要结果	这似乎很明确, 这些新工具不论是单独使用或是配合使用, 都可以通过干预反应或者病程特点有效改善呼吸治疗。
结论	虽然不尽完美, 但 Ptp (跨肺压) 估计结果对解释病人特征、疾病状况及呼吸机设置之间的相互作用较单纯基于气道压的肺力学更有帮助

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 (目标导向的机械通气: 我们是否瞄准正确的目标? 关于通过食道压引导瞄准急性呼吸衰竭病人最佳肺顺应性的可选择方法的一项建议)

Soroksky A, Esquinas A

Crit Care Res Pract. 2012;2012:597932

PMID 23019524, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23019524>

实验设计	论述
结论	阐释 Peso (食道压) 的使用

Esophageal pressure: benefit and limitations (食道压: 优点和不足)

Hedenstierna G

Minerva Anesthesiol. 2012 Aug;78(8):959-66

PMID 22699701, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22699701>

实验设计	专家观点
结论	强调 Peso (食道压) 的不足

Targeting transpulmonary pressure to prevent ventilator induced lung injury (确定跨肺压目标以预防呼吸机诱发性肺损伤)

Sarge T, Talmor D

Minerva Anesthesiol. 2009 May;75(5):293-9

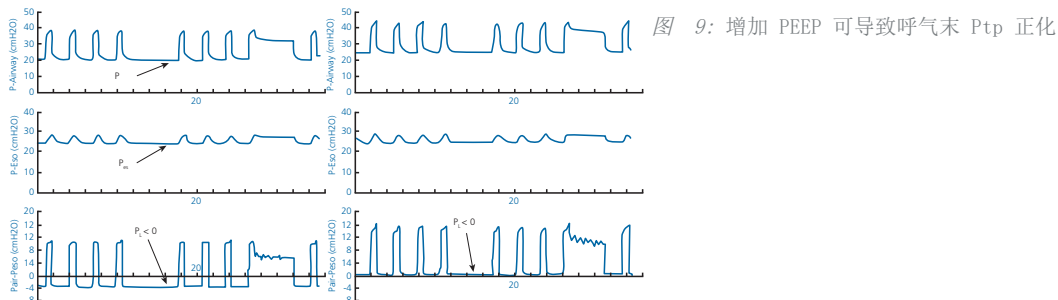
PMID 19412147, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19412147>

实验设计

论述

结论

为 ARDS 病人定制呼吸机设置



Esophageal and gastric pressure measurements (食道压和胃压测量)

Benditt JO, Proctor HJ, Woolson R.

Respir Care. 2005 Jan;50(1):68-75

PMID 15636646, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15636646>

实验设计

论述

病人

不适用

目的

回顾食道压和胃压测量的历史背景、生理学、放置技术及潜在临床应用。

Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients (机械通气病人的呼吸力学)

Hess DR

Respir Care. 2014 Nov;59(11):1773-94

PMID 25336536, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25336536>

实验设计 论述

结论 阐释通气病人的食道压测量
