

个体化 PEEP 对腹腔镜胆囊手术患者肺部含气量的影响

黄 颖 刘海瑞 谢 红

摘 要 **目的** 通过肺部超声技术评估个体化呼气末正压(PEEP)对全身麻醉腹腔镜胆囊手术患者肺部含气量的影响。**方法** 选取笔者医院择期行腹腔镜胆囊手术患者 80 例,年龄 18~64 岁,ASA 分级 I~II 级,BMI 18.5~28.0 kg/m²,采用随机数字表法分为 2 组,即试验组($n=40$)和对照组($n=40$),试验组患者建立气腹 5 min 后,PEEP 从 0 cmH₂O 以每次增加 2 cmH₂O 开始递增,递增至 20 cmH₂O,每次滴定过程持续 1 min,并记录当时的动态肺顺应性(C_{dyn}),将动态顺应性最大时的 PEEP 定为该患者的个体化 PEEP,并持续到手术结束。对照组则以 5 cmH₂O 的恒定 PEEP 维持到手术结束。分别在术前(T_1),拔除气管导管后 30 min(T_2)以及术后 20~30 h(T_3)对两组患者进行肺部超声图像的采集,并对两组患者肺部超声图像进行评分。**结果** 在 T_1 时间点,试验组肺部超声评分(LUS)与对照组比较,差异无统计学意义($P>0.05$),在 T_2 、 T_3 时间点两组 LUS 均较 T_1 时间点增高($P<0.05$),且试验组 LUS 小于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 行全身麻醉腹腔镜胆囊手术的患者术后会出现一定程度的肺含气量减少;个体化 PEEP 的使用,能够有效改善患者肺部含气量减少的程度,且效果优于 5 cmH₂O。

关键词 肺部超声 滴定 个体化 PEEP 肺含气量

中图分类号 R445.1

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2022.08.022

Effect of Individualized Positive End – expiratory Pressure on Postoperative Lung Air Content in Patients Undergoing Ambulatory Laparoscopic Cholecystectomy. HUANG Ying, LIU Hairui, XIE Hong. The Second Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu 215004, China

Abstract **Objective** To evaluate the effect of individualized positive end – expiratory pressure on postoperative lung air content by lung ultrasonography in patients undergoing ambulatory laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia. **Methods** Eighty patients undergoing ambulatory laparoscopic cholecystectomy, aged 18 – 64 years old, ASA I or II, BMI 18.5 – 28.0 kg/m², were included in this study, and were randomly divided into two groups: experimental group ($n=40$) and control group ($n=40$). After artificial pneumoperitoneum being established for 5 min, PEEP in experimental group started from 0 cmH₂O to 20 cmH₂O, and the gradient of change of PEEP during titration was 2 cmH₂O. Each titration lasted for 1 minute, and the dynamic lung compliance (C_{dyn}) at that time was recorded. PEEP at the maximum dynamic compliance was set as the individual PEEP of the patient to the end of the operation. The control group was maintained with constant PEEP of 5 cmH₂O to the end of operation. Lung ultrasound score(LUS) were recorded before surgery (T_1), 30 min after removal of tracheal tube(T_2), and 20 – 30 h after surgery (T_3). **Results** There was no statistically significant difference in the lung ultrasound score (LUS) between the two groups at T_1 ($P>0.05$). Compared with the LUS at T_1 , the LUS at T_2 and T_3 were higher in two groups ($P<0.05$), and LUS in the experimental group at T_2 and T_3 were significantly lower than that in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** After undergoing endoscopic cholecystectomy under general anesthesia, there will be a certainly reduce of lung air content. The use of individualized PEEP can effectively improve the degree of reduction of lung air content, better than the constant PEEP of 5 cmH₂O.

Key words Lung ultrasound; Titration; Individualized PEEP; Lung air content

近年来随着腔镜技术的进一步发展,腹腔镜技术在手术中的应用愈发的普及,腹腔镜状态下的人工气腹,会导致腹内压的增高,膈肌上抬,使得胸壁的顺应性减低以及肺的功能残气量下降,从而加重全身麻醉患者肺不张的发生、发展^[1]。研究发现,肺保护性通

气策略可以有效减少肺不张的发生,尤其是呼气末正压(positive end – expiratory pressure, PEEP)的使用,可以代偿性提供压力给已经塌陷的肺泡,促使其复张,改善肺血流动力学和减少肺内血管分流^[2,3]。由于临床上患者存在个体化的差异,经验性的 PEEP 设定往往并不能适用于所有患者^[4]。因此本研究通过肺部超声来观察滴定个体化 PEEP 对行全身麻醉腹腔镜胆囊手术患者术后肺部含气量的影响,用来指导

基金项目:江苏省苏州市科技计划项目(SS202055)

作者单位:215004 苏州大学附属第二医院

通信作者:谢红,电子信箱:sdfey1027@163.com

临床进一步优化肺保护性通气策略。

资料与方法

1. 一般资料:本研究已获得苏州大学附属第二医院医学伦理学委员会批准(伦理学批号:JD-LK-2018-077-01),且患者或其家属均签署知情同意书。选取笔者医院2020年6~10月择期行全身麻醉下腹腔镜下胆囊切除手术患者80例,年龄18~64岁,ASA分级Ⅰ~Ⅱ级,BMI 18.5~28.0 kg/m²。排除标准:①术前合并有呼吸系统疾病,如慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、慢性支气管炎哮喘、肺大疱、近期有上呼吸道感染等;②合并其他心脏、脑血管疾病患者;③既往有胸部手术史;④患者拒绝参与研究。剔除标准:①滴定个体化 PEEP 时,气道压峰值大于 40 cmH₂O;②手术时间大于 2 h;③中转开腹;④术中出血多;⑤严重皮下气肿等并发症。采用随机数字表法将患者分为试验组和对照组,每组 40 例。

2. 麻醉方法:患者入室后常规连接心电监护,无创袖带血压、SpO₂,纯氧面罩吸氧,氧流量 6 L/min,充分去氮给氧后,予依托咪酯 0.2~0.3 mg/kg,芬太尼 4~7 μg/kg,罗库溴铵 0.6~0.8 mg/kg 后行快速诱导气管插管,后连接呼吸机行机械通气。术中维持:静脉泵注丙泊酚 3~4 mg,瑞芬太尼 0.1~0.3 μg/(kg·min)。机械通气参数:容量控制模式,潮气量 6 ml/kg(理想体重),吸呼比 1:2,调节呼吸频率使得 P_{ET}CO₂ 在 30~40 mmHg。建立气腹 5 min 后,试验组从 PEEP 0 cmH₂O 开始递增,每次增加 2 cmH₂O,每次维持时间 1 min,并记录当前患者的肺动态顺应性(dynamic pulmonary compliance, C_{dyn}),选择 C_{dyn} 最大时的 PEEP 值作为该患者的个体化 PEEP,并设定至手术结束。对照组则经验性设定 PEEP 为 5 cmH₂O 至手术结束。理想体重公式:男性(kg)=[身高(cm)-152.4]×0.91+50;女性(kg)=[身高(cm)-152.4]×0.91+45.5。

3. 观察指标:肺部超声图像的采集工作分别是在术前(T₁),拔除气管导管后 30 min(T₂)以及术后 20~30 h(T₃) 3 个时间点进行,采集图像的超声探头均为频率为(2~5) MHz 的低频凸阵探头。超声检查局域

采用 12 分区法检查^[5,6]:首先是以双侧腋前线、腋后线为分隔,将全部肺脏分为前、侧、后 3 个区域,再以双侧乳头连线或前胸第 4 肋间隙水平为界限将前、侧、后 3 个肺区分为左上前区、左下前区、左上侧区、左下侧区、左上后区、左下后区、右上前区、右上后区、右上侧区、右下侧区、右上后区、右下后区。分别在 T₁、T₂、T₃ 3 个时间点对上述全肺 12 个区域进行超声影像资料的采集,采集时对每个区域均至少保存 15 s 影像资料或者多张能反映该区域肺部含气量改变的图片。

4. 肺部超声评分标准:经查阅相关文献[6,7],本研究采用一种半定量的评分标准来为所采集的各区域肺部超声影像进行评分,并根据肺部超声评分(lung ultrasound score, LUS)来判断肺部含气量降低的严重程度。单个区域的肺部超声评分分值为 0~3 分,全肺共 12 个区域,即全肺 LUS 评分总分为 0~36 分,其中 0 分为肺含气量正常,分值越高,则代表肺含气量减低越明显(表 1)。

表 1 肺部超声评分标准

评分	肺部超声影像表现
0 分	清晰的 A 线、肺滑动征或者仅有 0~2 条 B 线
1 分	超过 2 条 B 线或者虽然有胸膜下小实变,但胸膜线仍保持平滑
2 分	多条合并 B 线或者胸膜下实变伴有胸膜增粗、不规则
3 分	胸膜下实变的面积大于 1 cm×2 cm

5. 统计学方法:应用 SPSS 26.0 统计学软件对数据进行统计分析。计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间患者的一般资料如年龄、BMI、通气时间采用独立样本 *t* 检验,两组间性别分布采用 χ^2 检验,两组间不同时间点的全肺 LUS 评分采用独立样本 *t* 检验,同组内不同时间点的全肺 LUS 评分则采用配对样本 *t* 检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般情况比较:两组患者性别、年龄、ASA 分级、BMI 比较,差异均无统计学意义(*P* 均 > 0.05,表 2)。

表 2 两组间一般情况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	性别(男性/女性)	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)
试验组	40	17/23	48.4 ± 13.0	164.4 ± 6.6	63.5 ± 7.3	23.5 ± 2.3
对照组	40	15/25	49.7 ± 9.1	162.7 ± 8.2	63.6 ± 9.2	24.0 ± 2.8

2. 两组间患者术中情况的比较:在本研究过程中, 试验组滴定的个体化 PEEP 值为 $13.20 \pm 5.17 \text{ cmH}_2\text{O}$ (表 3), 明显高于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 4); 两组间机械通气时间比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 4)。

表 3 试验组不同 PEEP 值时 Cdyn 的变化 ($\bar{x} \pm s$)	
PEEP(cmH_2O)	Cdyn ($\text{ml}/\text{cmH}_2\text{O}$)
0	27.00 ± 5.86
2	27.50 ± 5.88
4	28.60 ± 5.26
6	29.46 ± 5.83
8	30.14 ± 5.73
10	31.64 ± 6.26
12	31.92 ± 6.03
14	31.44 ± 6.07
16	31.24 ± 5.77
18	30.39 ± 4.85
20	28.90 ± 5.17

表 4 两组间术中情况比较 ($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	PEEP(cmH_2O)	机械通气时间 (min)
试验组	40	13.20 ± 5.17	71.8 ± 22.3
对照组	40	5.00 ± 0.00	69.7 ± 19.5

3. 试验组与对照组不同时间点的 LUS 比较: 与 T_1 时间点比较, 试验组和对照组在 T_2 、 T_3 时间点均有不同程度肺含气量减少的情况出现, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05), 表明无论是试验组还是对照组患者在经历全身麻醉腹腔镜胆囊手术后, 均出现了不同程度的肺含气量降低。与对照组比较, 试验组患者肺含气量降低程度低于对照组 ($P < 0.05$, 表 5)。

表 5 试验组与对照组不同时间点的 LUS 比较 (分, $\bar{x} \pm s$)				
组别	<i>n</i>	T_1	T_2	T_3
对照组	40	0	$9.76 \pm 4.04^*$	$7.35 \pm 4.19^*$
试验组	40	0.01 ± 0.08	$6.72 \pm 3.58^{**}$	$4.15 \pm 3.70^{* \#}$

与本组 T_1 比较, * $P < 0.05$; 与对照组比较, # $P < 0.05$

4. 试验组与对照组各分区 LUS 的比较: 与对照组比较, 在 T_2 时间点, 试验组在左上后肺区、左下后肺区、右上后肺区和右下后肺区的肺含气量减少的程度低于对照组; 在 T_3 时间点, 试验组在左下后肺区、右上后肺区和右下后肺区的肺含气量减少程度低于对照组, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05 , 表 6)。

讨 论

临床上, 肺不张是全身麻醉手术患者术后常见的肺部并发症之一, 有研究表明, 其发生率可达 90%^[8]。主要原因可能有全身麻醉药物的使用导致

表 6 试验组与对照组各分区 LUS 的比较 (分, $n = 40, \bar{x} \pm s$)				
分区	组别	T_1	T_2	T_3
左上前区	对照组	0	0	0
	试验组	0	0	0
左下前区	对照组	0	0.05 ± 0.22	0.03 ± 0.11
	试验组	0	0	0.03 ± 0.16
左上前区	对照组	0	0.22 ± 0.54	0.19 ± 0.37
	试验组	0	0.05 ± 0.32	0.09 ± 0.30
左下侧区	对照组	0	0.78 ± 1.12	0.42 ± 0.73
	试验组	0	0.35 ± 0.76	0.22 ± 0.61
左上后区	对照组	0	1.54 ± 1.03	0.68 ± 0.87
	试验组	0	$0.96 \pm 0.98^*$	0.38 ± 0.72
左下后区	对照组	0	2.24 ± 0.77	1.76 ± 1.03
	试验组	0	$1.60 \pm 0.83^*$	$1.07 \pm 1.00^*$
右上前区	对照组	0	0	0
	试验组	0	0	0
右下前区	对照组	0	0.05 ± 0.32	0.01 ± 0.08
	试验组	0	0.06 ± 0.23	0.05 ± 0.25
右上侧区	对照组	0	0.09 ± 0.27	0.15 ± 0.36
	试验组	0.01 ± 0.08	0.15 ± 0.43	0.07 ± 0.24
右下侧区	对照组	0	0.70 ± 0.96	0.69 ± 0.90
	试验组	0	0.50 ± 0.73	0.44 ± 0.70
右上后区	对照组	0	1.79 ± 0.88	1.45 ± 0.97
	试验组	0	$1.36 \pm 0.91^*$	$0.69 \pm 0.88^*$
右下后区	对照组	0	2.31 ± 0.86	1.98 ± 1.01
	试验组	0	$1.69 \pm 0.99^*$	$1.11 \pm 1.03^*$

与同分区对照组比较, * $P < 0.05$

呼吸肌的张力消失, 进一步导致胸壁的向外弹性回缩, 膈肌向头侧移动, 跨肺压减少, 促使肺含气量减少、肺泡塌陷、从而导致肺不张的发生。近年来, 由于腹腔镜设备的不断更新, 外科医生腹腔镜技术的水平不断进步, 且腹腔镜手术具有微创、炎性反应小等优点, 能有效缩短患者住院时间的优势, 临床上腹腔镜手术也得到了越来越广泛的开展^[9]。而在腹腔镜手术中, 由于人工气腹使得腹压进一步升高, 膈肌上抬, 肺部压缩, 进一步导致了肺不张的发生、发展^[10]。

传统认为, 超声主要适用于对腹部脏器、心脏血管超声以及妇产科检查等领域。近年来由于超声技术的不断发展, 在某些病理情况下, 肺泡的含气量减少、肺泡塌陷、肺实质化、肺含水量增多以及胸廓内积液、积气等均可被超声有效识别诊断^[11,12]。本研究通过肺部超声发现, 所有入组患者在全身麻醉术后均有不同程度的肺部含气量减少, 尤其以两后背部区域最为明显。

为了有效减少围术期肺部并发症的发生, 围术期肺保护性通气策略已经被证实有效, 主要包括小潮气量通气, 合适的 PEEP 选择, 肺复张策略以及允许性的高碳酸血症^[13~15]。目前临床上常用的 PEEP 值大

多为 5cmH₂O,但由于各患者存在个体差异,且腹腔镜手术的气腹会进一步对呼吸功能造成影响,因此本研究通过肺部超声来观察腹腔镜胆囊手术患者肺部含气量的减少程度,发现个体化 PEEP 相较于 PEEP 5cmH₂O,可以有效减少肺不张的发生。同时,本研究滴定的个体化 PEEP 值为 13.20 ± 5.17cmH₂O,稍高于本研究小组成员之前通过肺阻抗研究全身麻醉患者容量控制时适宜的 PEEP 值(12cmH₂O),可能与腹腔镜手术时气腹导致肺部进一步受压,需要更大的 PEEP 来促使其复张有关^[16]。

综上所述,本研究认为,肺部超声可以有效判断全身麻醉腹腔镜胆囊术后患者肺部含气量减少的情况,个体化 PEEP 相较于传统 5cmH₂O 的 PEEP 更能有效减少肺不张的发生,但是本研究选用的手术为腹腔镜胆囊手术,手术时间相对较短,对于较长时间手术患者,个体化 PEEP 的使用是否有相同结果还有待于进一步研究,且本研究发现在术后 20 ~ 30h 的时间点仍有不同程度的肺含气量减少,对于后续这些患者肺部含气量何时恢复到术前水平,本研究并未进行追踪研究。此外,本研究排除了肥胖患者,对于肥胖患者是否适用个体化 PEEP 也需要开展进一步研究。

参考文献

- 1 Aydın V, Kabukcu HK, Sahin N, *et al.* Comparison of pressure and volume - controlled ventilation in laparoscopic cholecystectomy operations[J]. *The Clinical Respiratory Journal*, 2016, 10(3): 342 - 349
- 2 吴宇娟, 高巨. 围术期机械通气/肺保护性通气再认识[J]. *临床麻醉学杂志*, 2020, 36(1): 82 - 85
- 3 Spadaro S, Karbing DS, Mauri T, *et al.* Effect of positive end - expiratory pressure on pulmonary shunt and dynamic compliance during abdominal surgery [J]. *British Journal of Anaesthesia*, 2016, 116(6): 855 - 861
- 4 王胥安, 李洋, 尚皋城, 等. 个体化呼气末正压对行腹部手术患者呼吸功能的影响[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2020, 34

(9): 902 - 905

- 5 Caltabeloti FP, Monsel A, Arbelot C, *et al.* Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study[J]. *Critical Care*, 2014, 18(3): R91
- 6 Monastesse A, Girard F, Massicotte N, *et al.* Lung ultrasonography for the assessment of perioperative atelectasis: a pilot feasibility study [J]. *Anesthesia & Analgesia*, 2017, 124(2): 494 - 504
- 7 Caltabeloti FP, Monsel A, Arbelot C, *et al.* Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study[J]. *Critical Care*, 2014, 18(3): R91
- 8 Hedenstierna G, Rothen HU. Respiratory function during anesthesia: effects on gas exchange [J]. *Comprehensive Physiology*, 2011, 2(1): 69 - 96
- 9 陈宇超. 肺保护性通气策略在小儿腹腔镜手术中的研究进展 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2020
- 10 石超, 刘钢. 肺保护性通气策略在老年患者腹腔镜手术中的应用 [J]. *医学综述*, 2018, 24(19): 3909 - 3913
- 11 Soldati G, Demi M, Smargiassi A, *et al.* The role of ultrasound lung artifacts in the diagnosis of respiratory diseases[J]. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 2019, 13(2): 163 - 172
- 12 Prada G, Vieillard - Baron A, Martin AK, *et al.* Tracheal, lung, and diaphragmatic applications of m - mode ultrasonography in anesthesiology and critical care[J]. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2021, 35(1): 310 - 322
- 13 钟静, 顾佳慧, 周修适, 等. 肺保护性通气策略研究进展[J]. *现代实用医学*, 2021, 33(7): 841 - 846
- 14 董兰, 刘晓梅, 李占军, 等. 基于压力 - 容积曲线的个体化肺保护性通气策略在肥胖患者妇科腹腔镜手术中的应用[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2021, 42(5): 467 - 470
- 15 Gu WJ, Wang F, Liu JC. Effect of lung - protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a Meta - analysis of randomized controlled trials[J]. *CMAJ*, 2015, 187(3): E101 - E109
- 16 李金路, 吴雪梅, 谢红, 等. 全麻患者肺保护性通气时个体化 PEEP 的确定: EIT 法和 Cdyn 法比较[J]. *中华麻醉学杂志*, 2021, 41(1): 72 - 75

(收稿日期: 2022 - 01 - 25)

(修回日期: 2022 - 02 - 05)

(上接第 90 页)

- 20 Dasari C, Yaghnani DP, Walther R, *et al.* Tumor protein D52 (isoform 3) contributes to prostate cancer cell growth via targeting nuclear factor - κ B transactivation in LNCaP cells[J]. *Tumour Biol*, 2017, 39(5): 1010428317698382
- 21 Wang Z, Sun J, Zhao Y, *et al.* Lentivirus - mediated knockdown of tumor protein D52 - like 2 inhibits glioma cell proliferation[J]. *Cell Mol Biol*, 2014, 60(1): 39 - 44
- 22 Chen H, Xu H, Meng YG, *et al.* miR - 139 - 5p regulates proliferation, apoptosis, and cell cycle of uterine leiomyoma cells by targeting TPD52[J]. *Onco Targets Ther*, 2016, 9: 6151 - 6160
- 23 Shi R, Wu P, Liu MM, *et al.* Knockdown of lncRNA PCAT6 enhances radiosensitivity in triple - negative breast cancer cells by regulating miR - 185 - 5p/TPD52 axis[J]. *Onco Targets Ther*, 2020, 13: 3025 - 3037
- 24 Abe Y, Mukudai Y, Kurihara M, *et al.* Tumor protein D52 is upreg-

ulated in oral squamous carcinoma cells under hypoxia in a hypoxia - inducible - factor - independent manner and is involved in cell death resistance[J]. *Cell Biosci*, 2021, 11(1): 122

- 25 Wang Z, Li Y, Fan L, *et al.* Silencing of TPD52 inhibits proliferation, migration, invasion but induces apoptosis of pancreatic cancer cells by deactivating Akt pathway [J]. *Neoplasma*, 2020, 67(2): 277 - 285
- 26 Lu WJ, Wan XB, Tao LM, *et al.* Long non - coding RNA HULC promotes cervical cancer cell proliferation, migration and invasion via miR - 218/TPD52 axis[J]. *Onco Targets Ther*, 2020, 13: 1109 - 1118
- 27 Yin W, Shi L, Mao YJ, *et al.* MicroRNA - 449b - 5p suppresses cell proliferation, migration and invasion by targeting TPD52 in nasopharyngeal carcinoma[J]. *J Biochem*, 2019, 166(5): 433 - 440

(收稿日期: 2021 - 11 - 21)

(修回日期: 2021 - 12 - 02)