

• 论著 •

不同呼气末正压水平对绵羊急性呼吸窘迫综合征模型肺复张效果及血流动力学的影响

徐磊 王书鹏 张纳新 秦英智

【摘要】 目的 观察在绵羊急性呼吸窘迫综合征(ARDS)模型上利用控制性肺膨胀(SI)实施肺复张策略后不同呼气末正压(PEEP)水平对复张效果及血流动力学的影响,以找到理想的 PEEP 压力范围。**方法** 12 只绵羊在麻醉后,行纤维支气管镜温生理盐水肺泡灌洗复制 ARDS 模型,低流速法描记准静态压力-容积(P-V)曲线,寻找 P-V 曲线的上拐点(UIP),并以 UIP 下 5 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa)作为 SI 的峰压进行肺复张,肺复张后根据不同的 PEEP 水平分为 PEEP5、PEEP10、PEEP15、PEEP20 组。记录肺复张后 2 h 内的血流动力学参数及氧代谢指标,实验后进行肺组织活检,观察 SI 后不同的 PEEP 水平对血流动力学及复张效果的影响。**结果** PEEP5 组和 PEEP10 组在复张后 2 h 内对血流动力学没有影响,但 PEEP5 组氧合呈现下降趋势,病理显示肺泡组织仍轻度萎陷,伴灶性肺泡塌陷;PEEP≥15 cm H₂O 时中心静脉压(CVP)明显升高,心排血指数(CI)明显降低,氧合指数、肺机械参数均较复张前明显改善并保持 2 h 以上。**结论** ARDS 肺复张后,PEEP 设定在 10~20 cm H₂O 可以明显改善氧合,对正常心功能状态下的血流动力学影响并不显著。

【关键词】 肺复张; 呼气末正压; 血流动力学; 控制性肺膨胀; 急性呼吸窘迫综合征

Effects of different levels of positive end expiratory pressure on lung recruitment and hemodynamics after sustained inflation in acute respiratory distress syndrome in sheep XU Lei, WANG Shu-peng, ZHANG Na-xin, QIN Ying-zhi. Intensive Care Unit, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

【Abstract】 Objective To study the effects of different levels of positive end expiratory pressure (PEEP) on recruitment and hemodynamics after sustained inflation in acute respiratory distress syndrome (ARDS) in sheep. **Methods** Twelve adult sheep were anaesthetized and ARDS was induced by lung lavage with warm normal saline. Pressure-volume (P-V) curves were traced using the low flow technique and the upper inflection point (UIP) was determined. Sustained inflation was exercised at the pressure of 5 cm H₂O (1 cm H₂O=0.098 kPa) below UIP, and the sheep were divided into groups according to different PEEP levels (PEEP5, PEEP10, PEEP15, PEEP20). Hemodynamics and lung mechanics values were recorded during the 2 hours of recruitment, and biopsy was performed at the end of the trial. **Results** There was no effect on hemodynamics and recruitment in 2 hours in PEEP5 and PEEP10 groups, but oxygenation was found to be decreased in PEEP5 group, and focal alveolar collapse was found in pathological examination. When the PEEP level reached 15 cm H₂O, there was significant elevation in central venous pressure (CVP), and cardiac index (CI) fell remarkably, but oxygenation index and lung mechanics were improved and stable in 2 hours. **Conclusion** Our study demonstrates that it can obviously improve oxygenation when PEEP is set at 10~20 cm H₂O, oxygenation can be obviously improved, with little disturbance to hemodynamics in case cardiac function is normal.

【Key words】 lung recruitment; positive end expiratory pressure; hemodynamics; sustained inflation; acute respiratory distress syndrome

实施肺复张策略可以打开萎陷的肺泡,增加急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)患者的功能残气量,降低通气/血流比例失调,从而改善氧合;复张后应用较高的呼气末正压(PEEP)水平以及小潮气量通气,能稳定复张效果且避免肺损伤的发生^[1]。本研究拟观察 12 只 ARDS 绵羊肺复张后选择不同 PEEP 水平对氧合及血流动力学的影响。

1 材料与方法

1.1 材料及动物处理:实验动物为 12 只成年杂种健康绵羊,雄性 6 只,雌性 6 只,基本资料见表 1。监护仪为 CMS-2001(德国 Agilent 公司);呼吸机为 Evita 4(德国 Dräger 公司);FF-99 型光电子内窥镜显像仪(日本 Panasonic 公司);热稀释导管为 PV 2014L 16A (Pulsion, German)。动物麻醉、监测、机械通气以及参数设置方法均参照本系列研究的其他实验^[2]。

1.2 ARDS 动物模型建立:用纤维支气管镜引导温生理盐水肺泡灌洗法直至氧合指数(PaO₂/FiO₂)<

基金项目:天津市自然科学基金资助项目(023612211)

作者单位:300170 天津市第三中心医院 ICU

作者简介:徐磊(1961-),男(汉族),湖北省武汉市人,主任医师。

150 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),平均灌洗液量为(12.0±3.6)ml/kg,结束后将吸入氧浓度(FiO₂)调为 0.80,其余参数不变,继续进行机械通气,并行胸部 CT 平扫,观察肺部情况。随后模型绵羊按照设定的复张后 PEEP 水平〔5、10、15 和 20 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa)〕分为 PEEP5、PEEP10、PEEP15、PEEP20 组。

表 1 12 只绵羊的基本资料

Table 1 Basic data of 12 sheep

指标	数据($\bar{x}\pm s$)	指标	数据($\bar{x}\pm s$)
年龄(月)	8.480±2.117	身长(cm)	112.100±1.930
体重(kg)	35.470±3.662	体表面积(m ²)	1.013±0.054

1.3 肺复张策略的实施:在模型稳定 2 h 时给绵羊静脉注射司考林 50 mg,待肌肉完全松弛后,采用低流速(6 L/min)法描记准静态压力-容积(P-V)曲线。利用 Boltzmann 公式拟合曲线数学模型找出曲线上拐点(upper inflection point,UIP),记录 P-V 曲线的 UIP;采用气道压力释放通气模式(airway pressure release ventilation,APRV),压力上限为 UIP-5 cm H₂O〔平均(32.0±5.9)cm H₂O〕,高压时间为 20 s,低压时间为 0.5 s,持续时间各组均设定在 60 s,复张后维持 PEEP 水平在设定值,通气模式、吸:呼(I:E)、FiO₂均维持初始设定不变,潮气量(V_T)保持在 6 ml/kg,观察 2 h 后结束实验。行 CT 检查,取胸廓右侧腋中线位置,沿上、中、下 3 个冠状面穿刺留取右侧肺组织进行活组织病理分析。

1.4 数据收集与统计学分析:在复张前即刻,复张后 0.5、1.0、1.5 和 2.0 h 间断监测平均动脉压(MAP)、心率(HR)、中心静脉压(center venous pressure,CVP)、心排血指数(CI)、外周血管阻力指数(SVRI)、PaO₂/FiO₂、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉血氧饱和度(SaO₂)、平均气道压力(Pmean)、气道阻力(Raw)和肺动态顺应性(Cdyn)的变化。数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,统计学处理采用 SPSS 11.0 统计软件包,各组间的比较采用

单因素方差分析(one-way ANOVA),组内比较采用 *q* 检验,*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 模型复制结果:12 只绵羊经肺泡灌洗后均达到 ARDS 诊断标准,2 h 内血流动力学及肺力学参数保持在稳定状态。

2.2 血流动力学及氧代谢指标的变化(表 2~5): PEEP5 和 PEEP10 组在复张后 2.0 h 内对 MAP 无影响,而 PEEP15 和 PEEP20 组 MAP 较基础水平明显下降,但 2 h 内保持稳定。各组 PEEP 对 HR 均无明显影响。在 PEEP≤10 cm H₂O 时 CVP 升高不明显,而 PEEP≥15 cm H₂O 时 CVP 则明显升高。PEEP5、PEEP10 和 PEEP15 组对 CI 均无明显影响,PEEP20 组 CI 则明显降低,复张后 0.5~2.0 h 以内变化不明显。各组对 SVRI 均无显著影响,复张前和复张后 2.0 h 内无变化。各组 PaO₂/FiO₂均较复张前即刻明显改善,但 2 h 内均呈现出下降趋势,以 PEEP5 组明显。

2.3 对肺机械参数的影响:在双水平气道正压通气(Bi-phial positive airway pressure,BiPAP)模式下,不同 PEEP 水平对肺复张的影响结果表现为随 PEEP 升高,Pmean 升高(图 1);PEEP15 和 PEEP 20 组 Raw 明显下降(图 2),Cdyn 明显升高(图 3)。

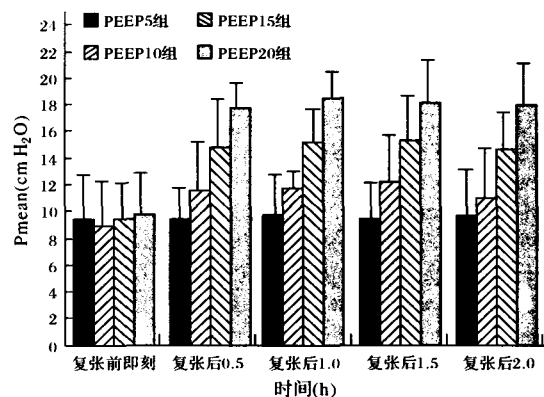


图 1 不同 PEEP 水平下 Pmean 的变化

Figure 1 Changes of Pmean under different PEEP level

表 2 PEEP5 组的血流动力学及氧代谢指标变化($\bar{x}\pm s$,n=12)

Table 2 Changes of hemodynamics and oxygenation indexes in PEEP5 group($\bar{x}\pm s$,n=12)

指标	复张前即刻	复张后 0.5 h	复张后 1.0 h	复张后 1.5 h	复张后 2.0 h	<i>P</i> 值
MAP(mm Hg)	86.50 ± 9.27	85.40 ± 10.53	86.50 ± 9.88	87.30 ± 9.72	85.20 ± 9.29	0.982
HR(次/min)	85.80 ± 6.65	84.80 ± 8.13	83.40 ± 9.27	88.30 ± 9.28	85.30 ± 10.65	0.755
CVP(mm Hg)	5.00 ± 0.60	5.42 ± 0.67	5.33 ± 0.65	5.67 ± 0.49	5.58 ± 0.52	0.068
CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	3.85 ± 0.37	3.95 ± 0.38	3.86 ± 0.57	4.03 ± 0.53	3.86 ± 0.47	0.894
SVRI(kPa·s·L ⁻¹ ·m ⁻²)	119.79 ± 21.40	148.37 ± 28.30	154.56 ± 30.04	147.68 ± 19.93	150.27 ± 20.77	0.965
PaO ₂ /FiO ₂ (mm Hg)	121.18 ± 28.18	280.43 ± 72.68*	232.53 ± 62.99*	201.45 ± 66.54*	178.76 ± 51.04*	0.000
PaCO ₂ (mm Hg)	53.15 ± 12.37	45.07 ± 5.28	50.80 ± 8.17	54.38 ± 12.45	57.54 ± 13.78	0.081
SaO ₂	0.861± 0.043	0.949± 0.033*	0.920± 0.042*	0.876± 0.051*	0.045*	0.000

注:与复张前即刻比较;* *P*<0.05

表 3 PEEP10 组的血流动力学及氧代谢指标变化($\bar{x} \pm s, n=12$)Table 3 Changes of hemodynamics and oxygenation indexes in PEEP10 group($\bar{x} \pm s, n=12$)

指标	复张前即刻	复张后 0.5 h	复张后 1.0 h	复张后 1.5 h	复张后 2.0 h	P 值
MAP(mm Hg)	99.60 ± 9.71	93.30 ± 7.67	92.90 ± 9.52	93.70 ± 7.98	92.60 ± 8.43	0.261
HR(次/min)	96.10 ± 10.93	93.30 ± 8.00	95.10 ± 10.92	90.00 ± 6.93	91.80 ± 8.07	0.486
CVP(mm Hg)	6.75 ± 1.71	7.67 ± 1.72	7.58 ± 1.88	7.83 ± 1.34	7.67 ± 2.02	0.580
CI(L · min ⁻¹ · m ⁻²)	4.71 ± 0.62	4.84 ± 0.75	4.79 ± 0.49	4.58 ± 0.64	4.65 ± 0.71	0.865
SVRI(kPa · s · L ⁻¹ · m ⁻²)	154.46 ± 21.76	139.72 ± 22.67	138.34 ± 18.61	147.11 ± 23.62	144.55 ± 30.07	0.475
PaO ₂ /FiO ₂ (mm Hg)	141.72 ± 33.72	485.57 ± 30.59*	446.23 ± 37.28*	417.97 ± 26.48*	406.06 ± 25.81*	0.000
PaCO ₂ (mm Hg)	49.38 ± 13.25	39.83 ± 19.34	41.07 ± 18.51	42.57 ± 18.01	44.03 ± 17.52	0.705
SaO ₂	0.897 ± 0.030	0.996 ± 0.002*	0.994 ± 0.003*	0.989 ± 0.005*	0.980 ± 0.020*	0.000

注:与复张前即刻比较; *P<0.05

表 4 PEEP15 组的血流动力学及氧代谢指标变化($\bar{x} \pm s, n=12$)Table 4 Changes of hemodynamics and oxygenation indexes in PEEP15 group($\bar{x} \pm s, n=12$)

指标	复张前即刻	复张后 0.5 h	复张后 1.0 h	复张后 1.5 h	复张后 2.0 h	P 值
MAP(mm Hg)	87.30 ± 7.72	78.50 ± 8.19	76.30 ± 7.76	78.30 ± 8.62	78.40 ± 10.80	0.027
HR(次/min)	91.30 ± 10.15	92.20 ± 8.15	90.40 ± 8.28	90.90 ± 9.42	84.40 ± 13.98	0.635
CVP(mm Hg)	5.50 ± 0.90	9.25 ± 2.14*	9.17 ± 2.52*	9.50 ± 2.35*	9.42 ± 2.27*	0.000
CI(L · min ⁻¹ · m ⁻²)	4.50 ± 0.35	4.96 ± 0.23	4.86 ± 0.34	4.18 ± 0.38	4.81 ± 0.33	0.662
SVRI(kPa · s · L ⁻¹ · m ⁻²)	145.48 ± 22.16	127.24 ± 42.35	139.66 ± 27.46	140.26 ± 31.63	145.88 ± 37.81	0.648
PaO ₂ /FiO ₂ (mm Hg)	139.01 ± 27.18	510.98 ± 38.95*	486.58 ± 25.57*	468.58 ± 40.38*	455.30 ± 40.78*	0.000
PaCO ₂ (mm Hg)	52.53 ± 11.50	37.14 ± 8.01*	37.99 ± 6.51*	38.88 ± 6.28*	41.35 ± 4.80*	0.000
SaO ₂	0.886 ± 0.033	0.996 ± 0.002*	0.994 ± 0.003*	0.992 ± 0.003*	0.989 ± 0.005*	0.000

注:与复张前即刻比较; *P<0.05

表 5 PEEP20 组的血流动力学及氧代谢指标变化($\bar{x} \pm s, n=12$)Table 5 Changes of hemodynamics and oxygenation in PEEP20 group($\bar{x} \pm s, n=12$)

指标	复张前即刻	复张后 0.5 h	复张后 1.0 h	复张后 1.5 h	复张后 2.0 h	P 值
MAP(mm Hg)	80.30 ± 6.80	70.30 ± 6.64	67.80 ± 5.82*	67.40 ± 4.42*	65.70 ± 4.19*	0.000
HR(次/min)	91.60 ± 11.20	90.20 ± 7.53	88.10 ± 5.73	88.70 ± 7.98	87.30 ± 5.21	0.674
CVP(mm Hg)	5.67 ± 0.89	13.83 ± 2.33*	13.58 ± 2.33*	13.17 ± 2.29*	13.33 ± 2.42*	0.000
CI(L · min ⁻¹ · m ⁻²)	4.28 ± 0.43	3.28 ± 0.35*	3.18 ± 0.37*	3.24 ± 0.40*	3.23 ± 0.29*	0.000
SVRI(kPa · s · L ⁻¹ · m ⁻²)	145.86 ± 17.57	141.24 ± 23.27	143.46 ± 22.70	143.49 ± 30.77	136.47 ± 20.61	0.871
PaO ₂ /FiO ₂ (mm Hg)	166.36 ± 32.20	504.25 ± 54.85*	477.87 ± 53.04*	454.72 ± 40.50*	439.03 ± 35.66*	0.000
PaCO ₂ (mm Hg)	47.13 ± 9.53	37.48 ± 8.64*	37.73 ± 7.81*	40.33 ± 8.00*	41.28 ± 6.93*	0.040
SaO ₂	0.853 ± 0.050	0.991 ± 0.010*	0.990 ± 0.010*	0.987 ± 0.010*	0.986 ± 0.010*	0.000

注:与复张前即刻比较; *P<0.05

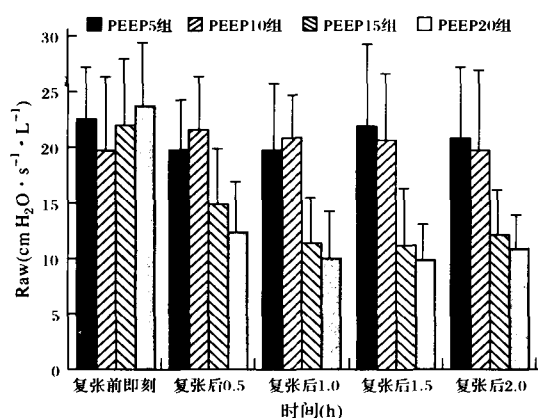


图 2 不同 PEEP 水平下 Raw 的变化

Figure 2 Changes of Raw under different PEEP level

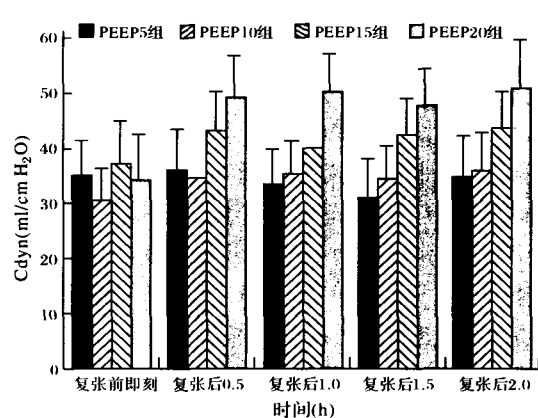


图 3 不同 PEEP 水平下 Cdyn 的变化

Figure 3 Changes of Cdyn under different PEEP level

2.4 病理学改变:PEEP5 组肺泡组织及呼吸性细支气管轻度萎陷,灶性淤血,细支气管趋于正常(彩色插页图 4)。PEEP10 组上部肺泡组织轻度萎陷,细支气管趋于正常,充血、纤维化明显,肺泡间质见炎症细胞反应(彩色插页图 5)。PEEP15 组肺泡组织轻度萎陷,呼吸性细支气管及细支气管稍趋于正常,可见灶性淤血,周边少量肺泡组织稍趋于正常(彩色插页图 6)。PEEP20 组肺泡组织趋于正常,灶性红细胞渗出(彩色插页图 7)。

3 讨论

肺复张是 ARDS 现代治疗策略的一部分,主要内容包括重新开放无通气功能的肺泡并使通气肺泡和再通气肺泡与相连气道保持开放。临床研究结果表明,单独低 V_T 不能改善 ARDS 病死率^[3]。因此避免有害的肺泡去复张特殊通气策略可能是有益的。有研究指出,低 PEEP、高 V_T 可导致全身炎症反应,并可促进肺损伤^[4]。本实验是在 BiPAP 模式下采用低 V_T ,研究不同 PEEP 水平对复张效果及血流动力学的影响。

对 CT 肺扫描、P-V 曲线或气体交换的研究表明,肺复张是一个连续、进行性的过程^[5,6],不仅依赖 PEEP,而且依赖峰值充气容量,在考虑 PEEP 水平时亦应关注潮气呼吸引起肺复张。因此, V_T 减少能引起肺泡去复张,而选择合适的 PEEP 以维持复张效果至关重要。随着呼吸机治疗的发展,PEEP 的治疗作用也在改变。以前,PEEP 主要用于改善氧合和在 P-V 曲线的陡直段提高潮气呼吸,可以减轻呼吸功。当前 PEEP 作为肺复张的方法,可减少膨胀不全肺重复开放和关闭引起的剪切力损伤^[7]。许多学者推荐在 ARDS 早期使用静态 P-V 曲线来设定 PEEP,曲线吸气支下拐点(lower inflection point, LIP)被认为是发生肺复张的压力水平^[8]。然而,这种方法设定 PEEP 有欠缺:即部分患者 LIP 不易辨别,因为 LIP 计算需专门技术,观察确定 LIP 有很大的变异性,胸壁机械参数可影响 P-V 曲线形状,更重要的是临床复张压力远高于 LIP。理论上讲更正确地使用 PEEP 以对抗复张压力应是在 P-V 曲线的呼气支^[9]。依据静态 P-V 曲线设置 PEEP 在临床使用方面仍存在技术上和理解上的问题和争论。因此,现在临床上仍由呼吸机参数、气体交换和氧输送决定设置合适的 PEEP。

本研究中采用 APRV 实施肺复张,以 P-V 曲线 UIP-5 cm H₂O 为复张压力,持续时间为 60 s。连续血流动力学监测结果表明,除在短暂复张时,

由于气道压增高主要影响回心血量而导致心排量(CO)略降低和 SVRI 降低,对左心功能没有明显的影响。不同 PEEP 设定结果表明,PEEP 设定与 CVP 明显相关,PEEP $\leq$ 20 cm H₂O 对正常动物心功能可有抑制作用,经补充容量及使用血管活性药物可使其恢复。对氧交换结果的分析表明,PEEP 10~20 cm H₂O 改善最明显。Gattinoni 等^[10]的研究表明,PEEP $\geq$ 15 cm H₂O 才能防止肺泡反复萎陷并由此降低剪切力损伤,明显降低患者的病死率。高 PEEP 能导致血流动力学损害,在多数情况下补充充足容量可预防。PEEP 设定在 5 cm H₂O 时肺泡有明显去复张变化,90 min 内 PaO₂/FiO₂ 明显恶化。

观察本组不同 PEEP 肺复张绵羊的肺部病理变化,PEEP 15~20 cm H₂O 时肺泡组织萎陷病变明显改善,其呼吸机相关性肺损伤改变不明显。

综上所述,ARDS 动物肺复张后维持肺泡复张状态是整个 ARDS 治疗中的重要环节,亦是一个连续过程。肺复张后适宜 PEEP 设定有明显的个体化倾向,应兼顾气体交换和肺机械参数(尤其是肺顺应性的变化),一般波动在 10~20 cm H₂O,此时对正常心功能状态下的血流动力学影响并不显著。

参考文献:

- 1 Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open [J]. *Intensive Care Med*, 1992, 18: 319-321.
- 2 徐磊,王书鹏,秦英智,等.绵羊急性呼吸窘迫综合征开放肺压力安全性的实验研究 [J]. *中国危重病急救医学*, 2005, 17: 468-471.
- 3 Milberg J A, Davis D R, Steinberg K P, et al. Improved survival of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS): 1983-1993 [J]. *JAMA*, 1995, 271: 306-309.
- 4 Dambrosio M, Roupie E, Mollet J J, et al. Effects of positive end-expiratory pressure and different tidal volumes on alveolar recruitment and hyperinflation [J]. *Anesthesiology*, 1997, 87: 495-503.
- 5 Hickling K G. Reinterpreting the pressure-volume curve in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2002, 8: 32-38.
- 6 Bugeo G, Bruhn A, Hernandez G, et al. Lung computed tomography during a lung recruitment maneuver in patients with acute lung injury [J]. *Intensive Care Med*, 2003, 29: 218-225.
- 7 谭焰,邱海波,周韶霞,等.控制性肺膨胀对急性呼吸窘迫综合征绵羊肺力学和肺损伤的影响 [J]. *中国危重病急救医学*, 2001, 13: 748-750.
- 8 Mergoni M, Volpi A, Bricchi C, et al. Lower infection point and recruitment with PEEP in ventilated patients with acute respiratory failure [J]. *J Appl Physiol*, 2001, 91: 441-450.
- 9 Harris R S, Hess D R, Venegas J G. An objective analysis of pressure-volume curve in the acute respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 161: 432-439.
- 10 Gattinoni L, Pelosi P, Crotti S, et al. Effects of positive end-expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Med*, 1995, 151: 1807-1814.

(收稿日期:2004-11-10 修回日期:2005-08-01)

(本文编辑:李银平)

不同呼气末正压水平对绵羊急性呼吸窘迫综合征模型肺复张效果 及血流动力学的影响

(正文见679页)

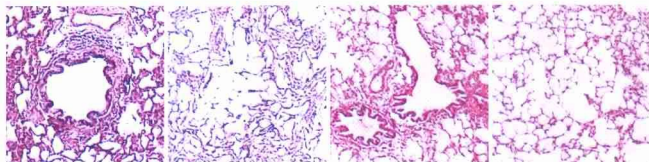


图4 PEEP5组肺泡组织病理学变化 (HE, $\times 400$)

Figure 4 Pathological changes of alveoli in PEEP5 group (HE, $\times 400$)

图5 PEEP10组上部肺泡组织病理学变化 (HE, $\times 400$)

Figure 5 Pathological changes of alveoli of upper part of lung tissue in PEEP10 group (HE, $\times 400$)

图6 PEEP15组肺泡组织病理学变化 (HE, $\times 400$)

Figure 6 Pathological changes of alveoli in PEEP15 group (HE, $\times 400$)

图7 PEEP20组肺泡组织病理学变化 (HE, $\times 400$)

Figure 7 Pathological changes of alveoli in PEEP20 group (HE, $\times 400$)

复合膳食纤维对脑损伤大鼠血浆D-乳酸含量的影响

(正文见698页)

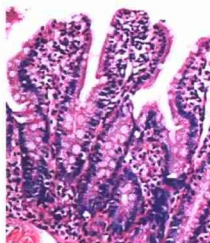


图1 伤后12 h 能全力组小肠病理学变化 (HE, $\times 100$)

Figure 1 Pathological changes of small intestine 12 hours after injury in Nutrison group (HE, $\times 100$)

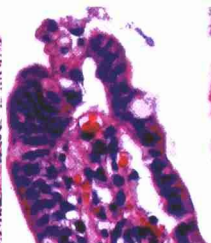


图2 伤后6 h 能全力组小肠病理学变化 (HE, $\times 400$)

Figure 2 Pathological changes of small intestine 6 hours after injury in Nutrison fibre group (HE, $\times 400$)

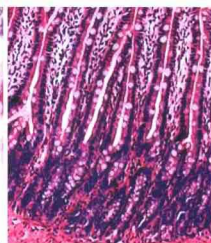


图3 伤后48 h 能全力组小肠病理学变化 (HE, $\times 100$)

Figure 3 Pathological changes of small intestine 48 hours after injury in Nutrison group (HE, $\times 100$)



图4 伤后48 h 膳食纤维组小肠病理学变化 (HE, $\times 100$)

Figure 4 Pathological changes of small intestine 48 hours after injury in dietary fiber complex group (HE, $\times 100$)

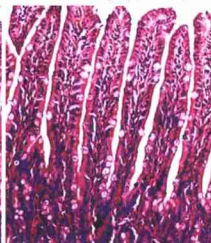


图5 伤后72 h 能全力组小肠病理学变化 (HE, $\times 100$)

Figure 5 Pathological changes of small intestine 72 hours after injury in Nutrison group (HE, $\times 100$)

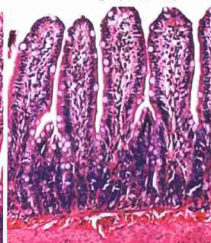


图6 伤后72 h 膳食纤维组小肠病理学变化 (HE, $\times 100$)

Figure 6 Pathological changes of small intestine 72 hours after injury in dietary fiber complex group (HE, $\times 100$)