

压力控制通气和容量控制通气对后路腰椎椎体间植骨融合术患者围术期失血影响的比较

李 娜

摘 要 **目的** 比较压力控制通气和容量控制通气对后路腰椎椎体间植骨融合术(PLIF)患者围术期失血的影响。**方法** 选取择期接受 PLIF 的患者共 88 例,采用数字表法随机分为两组,即压力控制通气组(PCV 组, $n=44$)和容量控制通气组(VCV 组, $n=44$),分别采用压力控制通气模式和容量控制通气模式进行机械通气。分别于麻醉诱导即刻(T_0)、仰卧位改为俯卧位后 10min(T_1)、皮肤缝合即刻(T_2)、俯卧位改为仰卧位后 10min(T_3)及气管导管拔管时(T_4)连续监测平均动脉压(MAP)、心率(HR)及中心静脉压(CVP),并于上述时间点分别测定两组患者血红蛋白(Hb)及血细胞比容(Hct)。记录 $T_0 \sim T_3$ 时的呼吸参数。记录两组患者的术中失血量、术后 96h 失血量。记录两组患者异体输血情况、补液量和二次手术止血率。**结果** 与 VCV 组比较,PCV 组于 $T_1 \sim T_3$ 时的气道峰压(PIP)均明显降低($P<0.05$)。VCV 组和 PCV 组间不同时点的 MAP、HR、潮气量、呼吸频率(RR)、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 及 PaCO_2 差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组间患者各时点 Hb 及 Hct 差异均无统计学意义($P>0.05$)。与 VCV 组比较,PCV 组术中失血量、血浆输注量及红细胞输注量均明显降低($P<0.05$)。**结论** 术中给予 PCV 通气模式可降低接受 PLIF 术患者术中的失血量,其原因可能与术中更低的气道峰压有关。

关键词 压力控制通气 容量控制通气 腰椎手术 血液保护

中图分类号 R6 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2017.06.040

Comparison of Effects of Pressure Controlled Ventilation and Volume Controlled Ventilation on Perioperative Blood Loss of Patients with Posterior Lumbar Interbody Fusion. Li Na. Department of Orthopaedics, The Second Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Liaoning 110032, China

Abstract **Objective** To compare the effects of pressure controlled ventilation and volume controlled ventilation on perioperative blood loss of patients with posterior lumbar interbody fusion (PLIF). **Methods** According to the random number table method, a total of 88 patients scheduled to PLIF were allocated into two groups, 44 cases per groups. Patients received respectively pressure controlled ventilation and volume controlled ventilation in pressure controlled ventilation group (PCV group) and volume controlled ventilation group (VCV group). Mean arterial blood pressure (MAP), heart rate (HR) and central venous pressure (CVP) were continuously monitored at anesthesia induction immediately (T_0), 10min after supine position to prone position (T_1), skin suture immediately (T_2), 10min after prone position to supine position (T_3) and when tracheal extubation (T_4). Hemoglobin (Hb) and hematocrit (HCT) were tested from T_0 to T_4 in the two groups. Respiratory parameters were recorded from T_0 to T_3 in the two groups. Intraoperative blood loss and blood loss at 96h after operation patients were recorded. Allogeneic blood transfusion, volume of fluid input and the rate of secondary surgery to stop the bleeding were recorded in the two groups. **Results** Compared to VCV group, peak inspiratory pressure (PIP) from T_1 to T_3 were all significantly lower ($P<0.05$) in PCV group. There was no statistical significance ($P>0.05$) in MAP, HR, tidal volume, respiratory rate (RR), $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ and PaCO_2 between the two groups. There was no statistical significance ($P>0.05$) in Hb and Hct at different time points between the two groups. Compared to VCV group, intraoperative blood loss, plasma infusions and red blood cell infusions were all significantly lower ($P<0.05$) in PCV group. **Conclusion** PCV can decrease intraoperative blood loss of patients with PLIF, which may be related to lower PIP during operation.

Key words Pressure controlled ventilation; Volume controlled ventilation; Lumbar surgery; Blood conservation

后路腰椎椎体间植骨融合术(PLIF)因俯卧位便于手术操作而最受外科医师的青睐。在 PLIF 术中,

当患者由仰卧位改为俯卧位时维持适当的腹内压是十分必要的^[1]。而麻醉诱导后患者体位的改变又可影响到患者的血流动力学及呼吸功能。且俯卧位可导致腹内压升高而引起心排出量和静脉回心血量均减少,另外还可降低左心室的顺应性^[2]。另一方面,

作者单位:110032 沈阳,辽宁中医药大学附属第二医院骨科

通讯作者:李娜,电子信箱:lvjingjing1978@126.com

俯卧位可引起胸内压、腹内压及气道压的升高,同时又可降低动态肺顺应性^[3]。上述各种因素最终可导致背部静脉怒张,从而引起手术视野出血增加^[4]。在多种机械通气模式中,与容量通气模式(VCV)比,压力控制通气模式(PCV)可提供相同的潮气量但气道峰压(PIP)更低^[5]。由此可推测,PCV可能减轻下腔静脉压迫,降低背部静脉怒张程度,进而减少术中失血量。本研究将主要探讨不同机械通气模式对PLIF患者术中及术后失血量的影响,以期为麻醉术中血液管理提供指导策略。

资料与方法

1. 一般资料:本研究经笔者医院医学伦理委员会批准,并与患者或其家属签署知情同意书。选取2016年1~8月于笔者医院择期行腰椎手术的患者88例,其中,腰椎结核患者43例,腰椎肿瘤患者45例,所有患者均行PLIF术,手术均由同一外科医师团队完成。患者年龄45~60岁,男女不限,体重指数20.5~25.5kg/m²,美国麻醉医师协会(ASA)分级Ⅰ~Ⅱ级。患者纳入标准:心、肺、肝及肾功能未见明显异常,无脑血管疾病史,无严重血液系统疾病史和神经系统疾病史。排除标准:①有呼吸系统疾病;②有消耗性凝血功能障碍的患者;③心脏功能不全;④心律失常;⑤严重肝病;⑥严重肾病;⑦重症糖尿病;⑧氧合指数(PaO₂/FiO₂)<300mmHg(1mmHg=0.133kPa);⑨二次手术或急诊手术。按照数字表法将所有患者随机分为两组:压力控制通气组(PCV组,n=44)和容量控制通气组(VCV组,n=44)。

2. 研究方法:患者术前禁食8h、禁水6h,均无术前用药。入室后,患者给予鼻导管吸氧,氧流量2L/min。开放外周静脉通道。所有麻醉操作均有同一麻醉医师完成。局部麻醉下行桡动脉穿刺置管。常规监测患者心率(HR)、平均动脉压(MAP)、心电图(ECG)、呼吸频率(RR)及脉搏血氧饱和度(SpO₂)。麻醉诱导:依次静脉注射咪达唑仑0.05~0.1mg/kg、依托咪酯0.2~0.3mg/kg、舒芬太尼1~2μg/kg及罗库溴铵0.6~1.0mg/kg,气管内插管后机械通气。右颈内静脉穿刺置管监测中心静脉压(CVP)。麻醉维持:丙泊酚4~12mg/(kg·h),顺苯磺酸阿曲库铵0.06~0.12mg/(kg·h),瑞芬太尼12.0~15.0μg/(kg·h),吸入1%~2%七氟醚。术中脑电双频谱指数(BIS)维持在40~60。在PCV组,Datex-Ohmeda S/5 ADU麻醉机(美国Datex-Ohmeda公司)参数设置为:气体流量4L/min(空气:氧气=3:1),PIP根据

潮气量8ml/kg来设置,调整呼吸频率(RR)维持呼吸末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)35~40mmHg,呼气末正压(PEEP)=0,吸呼比=1:2。在VCV组中,使用同一款麻醉机,参数设置:潮气量8ml/kg,维持不变。其余参数同PCV组。若MAP下降幅度超过基础值30%,则给予麻黄碱5mg,若HR<55次/分,则给予阿托品0.3mg。根据CVP和尿量的变化,患者术中静脉滴注羟乙基淀粉(200/0.5)氯化钠注射液和乳酸钠林格液(1:2),必要时进行异体输血。患者术后送重症监护室(ICU),待循环和呼吸稳定、符合拔管条件后拔除气管导管。

3. 观察指标:分别于麻醉诱导即刻(T₀)、仰卧位改为俯卧位后10min(T₁)、皮肤缝合即刻(T₂)、俯卧位改为仰卧位后10min(T₃)及气管导管拔管时(T₄)连续监测MAP、HR及CVP,并于上述时间点分别测定两组患者血红蛋白(Hb)、血细胞比容(Hct)。记录T₀~T₃时的呼吸参数。记录两组患者异体输血情况和二次手术止血率。记录两组患者术中失血量及术后96h失血量。输血标准:当患者术中Hb<60g/L、术后Hb<80g/L或根据临床需要维持高氧需时可输注悬浮红细胞;当APTT>48s或PT>21s时输注新鲜冰冻血浆(FFP)。

4. 统计学方法:采用SPSS 16.0统计学软件进行分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组t检验,组内比较采用重复测量设计的方差分析。计数资料以率或百分比表示,采用χ²检验,以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般资料的比较:两组患者年龄、性别构成比、ASA分级、BMI、手术时间、麻醉时间及术前凝血功能指标差异均无统计学意义(P>0.05,表1)。

表 1 两组患者一般资料的比较 (n=44, $\bar{x} \pm s$)

项目	VCV 组	PCV 组
男性/女性	27/17	25/19
年龄(岁)	47.2 ± 12.3	45.8 ± 11.9
BMI (kg/m ²)	25.3 ± 4.7	26.1 ± 4.2
ASA 分级(例,Ⅰ/Ⅱ)	34/10	36/8
手术时间(h)	2.6 ± 0.8	2.7 ± 0.7
麻醉时间(h)	3.4 ± 0.7	3.3 ± 0.6
术前凝血功能		
PT (s)	12.1 ± 0.6	12.3 ± 0.7
APTT (s)	33.5 ± 3.1	33.7 ± 3.6
PLT (×10 ³ /μl)	250 ± 61	248 ± 57

2. 两组患者各时点血流动力学及呼吸参数的比较:与同组 T_0 比较, VCV 组和 PCV 组于 $T_1 \sim T_2$ 时的 CVP 均明显升高 ($P < 0.05$)。与同组 T_0 比较, VCV 组和 PCV 组于 $T_1 \sim T_3$ 时的 PIP 均明显升高 ($P < 0.05$) , 而于 $T_1 \sim T_2$ 时的 CVP 均明显降低 ($P < 0.05$)。与同

组 T_0 比较, PCV 组于 $T_2 \sim T_3$ 时的 P_{mean} 均明显升高 ($P < 0.05$)。与 VCV 组比较, PCV 组于 $T_1 \sim T_3$ 时的 PIP 均明显降低 ($P < 0.05$)。VCV 组和 PCV 组间不同时点的 MAP、HR、潮气量、RR、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 及 PaCO_2 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 2)。

表 2 两组患者各时点血流动力学及呼吸参数的比较 ($n = 44, \bar{x} \pm s$)

项目	组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
MAP (mmHg)	VCV 组	86.8 ± 8.9	87.8 ± 9.0	87.1 ± 8.2	88.7 ± 7.9	90.5 ± 8.5
	PCV 组	87.8 ± 7.8	89.8 ± 8.8	88.4 ± 9.3	89.6 ± 8.3	89.7 ± 8.7
HR (次/分)	VCV 组	75.4 ± 11.4	78.4 ± 9.4	75.7 ± 12.7	79.6 ± 11.8	82.7 ± 9.5
	PCV 组	74.5 ± 9.4	76.7 ± 7.4	74.7 ± 8.6	78.6 ± 9.3	81.6 ± 8.3
CVP (mmHg)	VCV 组	4.3 ± 2.8	8.6 ± 2.9 *	9.0 ± 2.8 *	5.4 ± 2.4	4.3 ± 1.9
	PCV 组	3.5 ± 1.9	8.4 ± 2.8 *	9.2 ± 2.6 *	4.5 ± 2.5	3.3 ± 1.4
潮气量 (ml)	VCV 组	420 ± 63	419 ± 60	415 ± 56	418 ± 53	—
	PCV 组	415 ± 51	417 ± 53	418 ± 54	416 ± 52	—
RR (次/分)	VCV 组	11 ± 1	11 ± 3	11 ± 2	11 ± 2	—
	PCV 组	11 ± 2	12 ± 2	11 ± 2	11 ± 1	—
PIP (cmH ₂ O)	VCV 组	17.0 ± 3.2	19.4 ± 3.4 *	20.4 ± 3.6 *	20.1 ± 3.5 *	—
	PCV 组	13.5 ± 2.3 #	15.4 ± 2.6 *#	16.1 ± 2.9 *#	16.3 ± 3.1 *#	—
P_{mean} (cmH ₂ O)	VCV 组	7.1 ± 1.2	7.2 ± 1.4	7.1 ± 1.1	7.2 ± 1.2	—
	PCV 组	6.9 ± 1.1	7.4 ± 1.3	7.6 ± 1.3 *	7.5 ± 1.4 *	—
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (cmH ₂ O)	VCV 组	458.4 ± 112.3	489.3 ± 96.6	493.5 ± 103.3	473.7 ± 85.4	434.4 ± 82.3
	PCV 组	464.6 ± 103.4	493.4 ± 89.4	498.5 ± 92.5	491.4 ± 87.4	439.6 ± 83.4
PaCO_2 (cmH ₂ O)	VCV 组	35.5 ± 3.0	35.7 ± 2.6	35.7 ± 2.7	36.3 ± 3.0	37.4 ± 3.1
	PCV 组	35.1 ± 2.9	35.4 ± 3.2	36.3 ± 2.8	35.5 ± 2.4	38.8 ± 2.9

与同组 T_0 比较, * $P < 0.05$; 与 VCV 组比较, # $P < 0.05$

3. 两组患者各时点 Hb 和 Hct 的比较:与同组 T_0 比较, VCV 组和 PCV 组于 $T_2 \sim T_4$ 时的 Hb 和 Hct 比

较, 均明显降低 ($P < 0.05$)。两组间患者各时点 Hb 和 Hct 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 3)。

表 3 两组患者各时点 Hb 和 Hct 的比较 ($n = 44, \bar{x} \pm s$)

项目	组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
Hb (g/L)	VCV 组	125.5 ± 11.3	121.5 ± 10.8	97.5 ± 8.8 *	96.7 ± 8.7 *	95.8 ± 9.0 *
	PCV 组	122.6 ± 9.9	119.6 ± 9.3	106.6 ± 10.7 *	100.4 ± 9.6 *	98.8 ± 10.2 *
Hct (%)	VCV 组	33.5 ± 2.7	32.3 ± 3.5	29.5 ± 3.1 *	28.8 ± 2.3 *	29.0 ± 3.6 *
	PCV 组	32.7 ± 2.6	30.2 ± 3.4	30.1 ± 3.0 *	29.7 ± 2.9 *	29.7 ± 3.1 *

与同组 T_0 比较, * $P < 0.05$

4. 两组患者术中、术后失血量及输血量的比较:与 VCV 组比较, PCV 组术中失血量、血浆输注量及红细胞输注量均明显降低 ($P < 0.05$, 表 4)。

讨 论

本研究结果表明, 术中采用 PCV 模式可明显减少采取俯卧位的 PLIF 术患者术中失血量及血浆、红细胞输注量。而两组间患者术中及术后的 Hb 和 Hct 差异均无统计学意义, 提示这些指标不能有效地评估术中急性失血的程度^[6]。由于引流管需要在术后 72h 拔出, 故术后失血量的估算截止到术后 72h, 并延长 24h 计算, 即术后失血量的估算截止到术后 96h。

与 VCV 组比较, PCV 组患者术中的失血量明显降低, 其原因可能与术中更低的 PIP 有关, 而术中血流动力学指标及其余呼吸参数差异均无统计学意义。本研究中, 当潮气量维持在相同的水平即 8ml/kg 时, PCV 模式的 PIP 低于 VCV 模式。这与 PCV 模式的特性有关, 即吸气起始时驱动压和肺泡压之间的存有最大的压力梯度以及存在着吸气流速的减速模式。在 VCV 模式中, 通气量持续保持不变而 PIP 能否维持预先设置的潮气量则不得而知, 因此, 该模式中的 PIP 较 PCV 模式为高^[7]。较高的 PIP 可加重下腔静脉的收缩程度及脊髓静脉的怒张程度。另外, 手术操

表 4 3 组患者术中、术后失血量及输血量的比较
[$n=44, \bar{x} \pm s, n(\%)$]

项目	VCV 组	PCV 组
术中失血量 (ml)	1876.5 ± 556.5	1426.7 ± 464.8 *
术中尿量 (ml)	435.4 ± 125.6	384.6 ± 156.3
术后 96 h 失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	349.6 ± 45.3	351.6 ± 46.7
二次手术止血率	0 (0)	0 (0)
术中及术后输血情况		
血浆输注量 (ml)	1764.8 ± 432.4	1242.8 ± 304.5 *
红细胞输注量 (U)	17.6 ± 4.3	12.4 ± 3.0 *
胶体输注量 (ml)	564.3 ± 114.6	531.7 ± 121.3
晶体输注量 (ml)	1212.6 ± 342.5	1142.3 ± 332.8
血管加压药的使用率	16 (36.4)	14 (31.8)

与 VCV 组比较, * $P < 0.05$

作可施加外源性的压力,从而引起 VCV 模式中 PIP 更高。因此,更高的 PIP 可再次加重下腔静脉的收缩程度及脊髓静脉的怒张程度。PCV 组和 VCV 组患者术后 72h 的失血量比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),这提示两组间 PIP 的差异性可影响到患者术中失血量。有研究表明,患者的体位由仰卧位改为俯卧位引起的气道压升高与术中失血量具有一定的相关性^[8]。

本研究中 VCV 组患者存在更高的气道压,且术中出血量更多。本研究中,两组患者失血量的差异性虽小但具有统计学意义 ($P > 0.05$),这与手术本身也有一定的关联性,主要原因为,在本研究的实施方案中,接受手术的患者的一般状况如年龄、性别比、体重指数等均有一致性,而实施手术的均为同一组外科团队,实施的手术单一性较高,另外,实施麻醉方案的均为同一麻醉医师团队,因此,本研究在设计研究方案时已去除影响研究偏倚的许多种因素,从而保证了本研究在样本量不够大的情况下仍可获得差异有统计学意义的研究结果。

本研究中笔者比较了两组在不同时点的血流动力学指标的差异性,研究结果发现,两组患者的 CVP 在俯卧位时低于仰卧位。这表明,俯卧位时患者的回心血量明显减少,这与其他研究结果相一致。本研究结果表明, $T_1 \sim T_3$ 时,两组患者的 PIP 高于 T_0 时。这与麻醉因素如肺不张、气道无效腔增加、肺内分流、通气/再灌注比例失衡和患者体位的改变及手术操作等有关^[9]。然而,本研究存在的不足之处:(1) PIP 不能准确地反应肺泡压。本研究未能测定患者在仰卧位和俯卧位时的肺泡压和胸腔内压。而胸腔内压可由食管压来反映。本研究未测定食管压的原因为,在麻醉状态下,患者处于俯卧位时无法确定球囊的正确位置。但俯卧位时食管压又受腹腔内容物影响,因此,

两组患者的食管压是类似的,具有可比性。另外,肺泡压可由气道高原压来衡量,与 VCV 模式比较,PCV 模式可致更低的 PIP 和气道高原压。尽管本研究未测定气道高原压,但两组间的气道高原压差异有统计学意义是可从理论上推断出来的。(2) 术前患者的呼吸系统状况可能会影响本研究结果。多种因素如气道阻力、吸气流速、肺的顺应性及手术自身带来的外部压力均可能影响到 PIP 的变化。然而,术前患有呼吸系统疾患或者麻醉诱导前 PaO_2/FiO_2 比值 $< 300\text{mmHg}$ 的患者均排除于研究之外,且手术操作均有同一外科团队完成。理论上,研究偏倚可能发生于参与研究的麻醉医师中。但本研究中的麻醉方案在本研究的实施方案中已被标准化,且患者术前的凝血功能检查均有可比性。最后,本研究中,外科医师团队对研究分组是不知情的。因此,本研究中的盲法对研究结果的影响是可忽略不计的。

综上所述,术中给予 PCV 通气模式可降低接受 PLIF 术患者术中的失血量,其原因可能与术中更低的气道峰压有关。

参考文献

1 Park CK. The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery [J]. Anesth Analg, 2000, 91 (3): 552 – 557

2 Wadsworth R, Anderton JM, Vohra A. The effect of four different surgical prone positions on cardiovascular parameters in healthy volunteers [J]. Anaesthesia, 1996, 51 (9): 819 – 822

3 Jo YY, Kim JY, Kwak YL, et al. The effect of pressure – controlled ventilation on pulmonary mechanics in the prone position during posterior lumbar spine surgery: a comparison with volume – controlled ventilation [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2012, 24 (1): 14 – 18

4 Edgcombe H, Carter K, Yarrow S. Anaesthesia in the prone position [J]. Br J Anaesth, 2008, 100 (2): 165 – 183

5 Prella M, Feihl F, Domenighetti G. Effects of short – term pressure – controlled ventilation on gas exchange, airway pressures, and gas distribution in patients with acute lung injury/ARDS: comparison with volume – controlled ventilation [J]. Chest, 2002, 122 (4): 1382 – 1388

6 Miller RD. Patient blood management: Transfusion therapy, Miller’s Anesthesia [M]. 8th edition. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2014: 1830 – 1867

7 Garnero AJ, Abbona H, Gordo – Vidal F, et al. Pressure versus volume controlled modes in invasive mechanical ventilation [J]. Med Intensiva, 2013, 37 (4): 292 – 298

8 Koh JC, Lee JS, Han DW, et al. Increase in airway pressure resulting from prone position patient placing may predict intraoperative surgical blood loss [J]. Spine: Phila Pa 1976, 2013, 38 (11): E678 – 682

9 Kang WS, Kim SH, Chung JW. Comparison of pulmonary gas exchange according to intraoperative ventilation modes for mitral valve repair surgery via thoracotomy with one – lung ventilation: a randomized controlled trial [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2014, 28 (4): 908 – 913

(收稿日期: 2016 – 10 – 20)

(修回日期: 2016 – 10 – 26)