

文章编号 1006-8147(2018)06-0549-03

论著

全麻术中机械通气压力对心率变异性影响的临床研究

张文敬¹, 房恽¹, 申岱¹, 刘刚²

(1.天津医科大学口腔医院麻醉科, 天津 300070; 2.天津医科大学总医院麻醉科, 天津 300052)

摘要 目的:机械通气时气道压力的增高对自主神经系统(ANS)产生诸多负面影响,破坏脏器功能的稳定。本研究探讨常规的择期全麻手术中不同的机械通气压力对ANS活动性的影响。方法:选择择期行骨科手术患者32例,术中连续采集心电信号,于术中麻醉和手术平稳阶段将机械通气先后设置为:低气道压模式持续20 min;高气道压模式持续20 min,分别记录潮气量(V_t)、气道峰压(PIP)、平均气道压(P_m)等各项机械通气指标。截取诱导前(T₀)、术中平稳时(T₁)、低气道压(T₂)、高气道压(T₃)各5 min心电信号行心率变异性(HRV)分析,同时比较血流动力学指标。结果:T₃时血流动力学指标HR、MAP较T₂时无明显变化($P>0.05$)。T₃时机械通气参数 V_t 、PIP、P_m与T₂时相比均明显增大($P<0.05$);呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)则较T₂时降低($P<0.05$)。T₃时HRV指标RMSSD、SDNN、LgTP、LgHF、LgLF、SD1、SD2、DC与T₂时相比均无明显差异($P>0.05$)。结论:维持一定的麻醉深度并保持P_{ET}CO₂在正常范围内时,对于常规的全麻择期手术患者,增加机械通气时的气道压力对自主神经无明显影响。

关键词 全身麻醉;机械通气;气道压力;自主神经系统;心率变异性

中图分类号 R614

文献标志码 A

机械通气常用作ICU及术中患者的呼吸支持。大量研究表明,机械通气时气道压力的改变对自主神经系统(autonomic nervous system, ANS)产生一定影响^[1]。ANS对脏器功能的调节发挥重要作用,其功能障碍可严重影响术中脏器功能的稳定及术后恢复^[2-3]。本研究通过心率变异性(heart rate variability, HRV)分析方法,探讨择期全麻手术中不同的机械通气压力对自主神经的影响。

1 材料与方法

1.1 临床资料 病例选取于天津医科大学总医院行骨科手术患者32例,ASA分级I~II级;年龄40~65岁,平均(55±3)岁;BMI(24±3)kg/m²;手术时间(156±42)min。排除患有心律失常、神经系统疾病及近期服用心血管药物者。患者均签署知情同意书。

1.2 方法 术前常规禁饮、食,无术前用药。入室后连接监护仪(型号BeneView T5,深圳迈瑞)监测心电图、无创血压、BIS、SpO₂及体温。建立上肢静脉通路,行桡动脉穿刺置管监测有创动脉压,同时以Prince 180D心电信号采集系统(深圳市科瑞康实业有限公司)行连续心电信号采集。麻醉诱导:咪达唑仑0.05 mg/kg,舒芬太尼0.5 μg/kg,丙泊酚2 mg/kg,罗库溴铵0.6 mg/kg,面罩通气4 min后于可视喉镜下行气管内插管,连接麻醉机(型号WATO EX-65,深圳迈瑞)控制呼吸,呼吸频率14次/min,吸呼比I:E=1:2,以呼气末二氧化碳分压(end-tidal carbon

dioxide pressure, P_{ET}CO₂)维持在40 mmHg左右对潮气量(tidal volume, V_t)进行设置。麻醉维持:静脉持续泵注丙泊酚6 mg/(kg·h)、瑞芬太尼0.1 μg/(kg·min),根据麻醉深度调整输注速度,1.0MAC七氟烷持续吸入,维持BIS在40~60,术中间断静脉注射罗库溴铵0.15 mg/kg维持肌松。在术中平稳阶段,待P_{ET}CO₂、麻醉深度及患者生命体征稳定后,将机械通气按通气压力大小先后调节为:(1)低气道压模式:调节P_{ET}CO₂大小在45 mmHg左右,P_{ET}CO₂稳定后维持20 min,记录第15 min时的 V_t 、气道峰压(peak inflation pressure, PIP)、平均气道压(mean airway pressure, P_m),同时记录HR、MAP;(2)高气道压模式:调节P_{ET}CO₂大小在35 mmHg左右,P_{ET}CO₂稳定后持续20 min,记录第15 min时的 V_t 、PIP、P_m,同时记录HR、MAP。

1.3 监测指标 从采集的连续心电信号中分别截取入室后5 min、手术开始后30 min、两种通气模式下15 min之后的5 min时段心电信号进行HRV分析,即全麻诱导前(T₀)、术中平稳阶段(T₁)、低气道压模式(T₂)、高气道压模式(T₃)。经MatlabR2010a软件程序处理并计算HRV指标包括时域指标:SDNN(正常RR间期的标准差)、RMSSD(相邻RR间期差值的均方根);频域指标:TP(总功率)、HF(高频功率)、LF(低频功率);非线性指标:Poincare散点图短轴SD1及长轴SD2;相位整序信号平均(phase rectified signal averaging, PRSA)分析指标心率减速力(deceleration capacity, DC)^[4],对应时间点的HR、MAP、BIS、 V_t 、PIP、P_m和P_{ET}CO₂同步记录。比较术

作者简介 张文敬(1992-),女,硕士在读,研究方向:心率变异性对围术期自主神经功能的评估;通信作者:申岱, E-mail: shendai666@sina.com。

中不同时点和不同通气压力下血流动力学及 HRV 指标的变化。

1.4 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行数据处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,频域指标 TP、LF、HF 数据较离散,在行统计分析前作对数变换。数据进行比较前均采用 Kolmogorov-Smirnov 法行正态性检验,Levene 法行方差齐性检验。不同时点的比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 本研究排除术中使用心血管活性药物及心电图信号记录不完整的患者,共纳入病例 32 例。

2.2 血流动力学指标及 BIS 值

2.2.1 血流动力学指标 与 T0 时比较,T1、T2、T3 时 HR、MAP 均明显降低 ($P < 0.05$)。T1、T2、T3 时的 HR、MAP 均无显著差异 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2.2 BIS 值 与 T0 时比较,T1、T2、T3 时 BIS 值均明显降低 ($P < 0.05$);T1、T2、T3 时的 BIS 值无显著差异 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 各时间点血流动力学指标与 BIS 值 ($n=32, \bar{x} \pm s$)

指标	T0	T1	T2	T3
HR/bpm	75 \pm 9	61 \pm 10 ^a	63 \pm 8 ^a	62 \pm 12 ^a
MAP/mmHg	105 \pm 8	86 \pm 5 ^a	86 \pm 10 ^a	88 \pm 11 ^a
BIS	93 \pm 2	43 \pm 7 ^a	45 \pm 7 ^a	44 \pm 5 ^a

与 T0 比较, ^a $P < 0.05$

2.3 机械通气相关参数 与 T1 时比较,T2 时 VT、PIP、Pm 明显降低 ($P < 0.05$), $P_{ET}CO_2$ 则显著升高 ($P < 0.05$);T3 时 V_t 、PIP 显著升高 ($P < 0.05$), $P_{ET}CO_2$ 明显降低 ($P < 0.05$)。T3 时的 Pm 与 T1 时相比无明显差异 ($P > 0.05$)。与 T2 相比,T3 时 V_t 、PIP、Pm 均显著升高 ($P < 0.05$), $P_{ET}CO_2$ 则明显降低 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 机械通气相关参数比较 ($n=32, \bar{x} \pm s$)

Tab 2 Comparison of mechanical ventilation parameters

指标	T1	T2	T3
V_t /mL	450.62 \pm 40.10	361.25 \pm 23.26 ^a	543.60 \pm 21.67 ^{ab}
PIP/cmH ₂ O	13.96 \pm 2.13	10.76 \pm 2.28 ^a	17.32 \pm 1.47 ^{ab}
Pm/cmH ₂ O	6.45 \pm 1.20	5.03 \pm 1.09 ^a	7.28 \pm 1.04 ^b
$P_{ET}CO_2$ /mmHg	37.18 \pm 3.04	42.56 \pm 3.59 ^a	33.73 \pm 1.12 ^{ab}

与 T1 比较, ^a $P < 0.05$; 与 T2 比较, ^b $P < 0.05$

2.4 HRV 指标

2.4.1 HRV 快变化指标 与 T0 相比,T1、T2、T3 时快变化指标 RMSSD、LgHF、SD1、DC 均明显降低 ($P < 0.05$)。与 T2 时相比,T3 时快变化指标均无明显

变化 ($P > 0.05$)。见表 3。

2.4.2 HRV 慢变化指标 与 T0 相比,T1、T2、T3 时点慢变化指标 SDNN、LgTP、LgLF、SD2 均明显降低 ($P < 0.05$)。与 T2 时相比,T3 时慢指标均无明显变化 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 各时间段 HRV 分析指标 ($n=32, \bar{x} \pm s$)

Tab 3 HRV analysis indicators at each time period ($n=32, \bar{x} \pm s$)

指标	T0	T1	T2	T3
时域				
RMSSD/ms	16.85 \pm 6.12	10.65 \pm 2.89 ^a	10.59 \pm 2.68 ^a	11.35 \pm 2.76 ^a
SDNN/ms	29.48 \pm 9.42	13.74 \pm 3.16 ^a	13.47 \pm 4.58 ^a	13.36 \pm 4.05 ^a
频域				
LgTP	2.76 \pm 0.35	2.05 \pm 0.18 ^a	2.09 \pm 0.18 ^a	2.10 \pm 0.25 ^a
LgHF	1.70 \pm 0.39	1.34 \pm 0.21 ^a	1.23 \pm 0.28 ^a	1.28 \pm 0.33 ^a
LgLF	1.98 \pm 0.41	1.19 \pm 0.26 ^a	1.25 \pm 0.55 ^a	1.23 \pm 0.35 ^a
非线性				
SD1/ms	12.43 \pm 3.74	7.42 \pm 2.03 ^a	7.46 \pm 2.21 ^a	8.05 \pm 2.14 ^a
SD2/ms	38.72 \pm 12.45	17.68 \pm 4.75 ^a	17.38 \pm 5.63 ^a	17.23 \pm 5.01 ^a
PRSDC/ms	7.24 \pm 4.12	3.49 \pm 0.78 ^a	3.74 \pm 1.43 ^a	3.88 \pm 1.05 ^a

与 T0 比较, ^a $P < 0.05$

3 讨论

机械通经常用于 ICU 及术中患者的呼吸支持,其应用造成的生物损伤可增加患者围术期肺部并发症的发生率^[5]。近些年提出的保护性肺通气策略从调节 V_t 、PEEP 等方面对机械通气策略进行了优化,有利于改善预后,符合快速康复外科的理念^[6]。生理状态下,胸膜腔内呈负压,对调节心肺功能具有重要意义。大量研究表明,机械通气可使胸腔内生理性负压减小或消失,对血流动力学及 ANS 均衡性产生影响^[7]。

本研究结果显示,术中两种通气模式下 BIS 值无明显差异,提示本研究设定的两种通气状态是在麻醉深度相同的前提下比较的。对不同通气模式的控制是通过潮气量的设定来完成的,潮气量的大小造成气道压力的改变,并形成相应的 $P_{ET}CO_2$ 数值,为了排除 $P_{ET}CO_2$ 对 ANS 活动性的影响,本研究将其维持在正常范围。高气道压模式下 $P_{ET}CO_2$ 降低至正常范围的下限, V_t 、PIP、Pm 等各项通气指标较低气道压时明显增加,说明本研究设定的两种通气状态具有明确的统计学差异。

机械通气时胸腔内压力 (internal thoracic pressure, ITP) 增大,使循环中的压力梯度降低,同时心室舒张末期容积减小,减少机体的回心血量并降低动脉血压,影响血流动力学的稳定性^[8]。本研究术中患者 HR、MAP 较基础状态时降低,是全麻药对中

枢神经系统及循环系统的抑制作用所致;增加气道压时,血流动力学指标无明显变化,说明在一定的麻醉深度下并维持 $P_{ET}CO_2$ 于正常范围内时,气道压力的改变对循环系统无明显影响。由于本研究纳入的研究对象均为 ASA I ~ II 级患者,由气道压力导致 ITP 变化所引起的血流动力学改变尚处于机体循环系统的调控范围内,因此血流动力学指标无明显差异。

ANS 的主要功能是调节脏器功能的稳定,其均衡性是保障正常生命活动的基础,迷走活动性的降低和(或)交感活动性的增强与多种疾病的发生发展有关^[9],HRV 分析是目前公认的无创性 ANS 功能评价的最佳方法。HRV 快变化指标主要反映迷走神经活动性,是调控脏器功能的基础。本研究显示,术中快变化指标均较基础状态时明显减小,说明术中迷走神经活动性较清醒状态时降低,这是由于全麻药物及手术创伤对迷走神经的抑制作用所致。两种通气模式下的快变化指标均无明显差异,表明在本研究中的临床条件下,通过改变气道压使 ITP 增加时,未对迷走神经活动性造成明显影响。HRV 慢变化指标主要反映交感神经活动性,本研究术中各时段慢变化指标均明显减小,这是由于全麻诱导后机体受全麻药物的抑制作用,交感神经活动性明显降低。与 HRV 快变化指标一致,两种通气模式下的慢变化指标均无明显差异,表明在本研究设定的条件下,高气道压所致的 ITP 增加对交感神经活动性无明显影响。

Glos 等^[10]在研究正压通气改善睡眠呼吸暂停综合征患者缺氧状态时表明,ITP 越接近生理状态,ANS 功能越好。此外,有研究表明机械通气压力越大,ANS 活动越趋向于交感增强为主,此时 ITP 由生理性负压变为正压,且通气压力越大,其偏离生理性 ITP 的程度越大,可严重破坏 ANS 的均衡性,影响脏器功能的调节^[11]。由于本研究基于全麻状态,此时机体 ANS 受麻醉药的抑制作用反应性降低;此外,本研究纳入的研究对象 ASA 均为 I ~ II 级,以正常范围的 $P_{ET}CO_2$ 为界限来调节通气压力时,ITP 增加带来的影响仍在其 ANS 调控能力范围,因而未表现出 HRV 的显著改变。

本研究的局限性在于气道压力的调节以 $P_{ET}CO_2$ 维持在正常范围为前提,使气道压力及 ITP 的可变范围受限,同时全身麻醉对机体代谢的抑制也致通气量减少,这些均与本研究呈阴性结果有关,但通

过 HRV 分析方法从 ANS 的角度对机械通气的研究在未来可能具有重要的临床价值。

理想的机械通气应获得最佳的呼吸及 ANS 的均衡^[1]。非生理状态的 ITP 增加到一定程度可严重影响 ANS 均衡性,干扰脏器功能的稳定^[2]。本研究表明,在术中平稳阶段,当维持麻醉深度一定并保持 $P_{ET}CO_2$ 在正常范围内时,增加通气压力对机体的 ANS 活动性无明显影响,不影响术中脏器功能的稳定。然而,若病人基础状况差或 ANS 调控能力较低,过高的气道压力可能会导致负面作用。因此,从 ANS 的角度探讨机械通气对机体的影响仍应得到临床关注,以保证患者术中的平稳及术后的快速康复。

参考文献:

- [1] Pantoni C B, Mendes R G, Di T L, et al. Acute application of bilevel positive airway pressure influences the cardiac autonomic nervous system[J]. Clinics(Sao Paulo), 2009, 64(11):1085
- [2] Lacerda D, Costa D, Reis M, et al. Influence of bilevel positive airway pressure on autonomic tone in hospitalized patients with decompensated heart failure[J]. J Physi Ther Sci, 2016, 28(1):1
- [3] Naranjo C C, Sanchez-Rodriguez L M, Brown Martinez M, et al. Permutation entropy analysis of heart rate variability for the assessment of cardiovascular autonomic neuropathy in type 1 diabetes mellitus[J]. Comput Biol Med, 2017, 86:90
- [4] Kantelhardt J W, Bauer A, Schumann A Y, et al. Phase-rectified signal averaging for the detection of quasi-periodicities and the prediction of cardiovascular risk[J]. Chaos, 2007, 17(1):015112
- [5] 王云霞,周天瑜,孙超,等.机械通气相关性肺损伤发生机制研究进展[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2018, 17(1):93
- [6] 徐自强,曹殿青.保护性通气策略在不同手术中的应用[J]. 现代医院, 2016, 16(03):359
- [7] Pan W Y, Su M C, Wu H T, et al. Multiscale entropic assessment of autonomic dysfunction in patients with obstructive sleep apnea and therapeutic impact of continuous positive airway pressure treatment[J]. Sleep Med, 2016, 20:12
- [8] Reis H V, Borghi-Silva A, Catai A M, et al. Impact of CPAP on physical exercise tolerance and sympathetic-vagal balance in patients with chronic heart failure[J]. Braz J Phys Ther, 2014, 18(3):218
- [9] Ernst G, Watne L O, Frihagen F, et al. Decreases in heart rate variability are associated with postoperative complications in hip fracture patients[J]. PLoS One, 2017, 12(7):e0180423
- [10] Glos M, Penzel T, Schoebel C, et al. Comparison of effects of OSA treatment by MAD and by CPAP on cardiac autonomic function during daytime[J]. Sleep and Breathing, 2016, 20(2):635
- [11] Terziyski K V, Draganova A I, Taralov Z Z, et al. The effect of continuous positive airway pressure on heart rate variability during the night in patients with chronic heart failure and central sleep apnoea[J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2016, 43(12):1185

(2018-04-03 收稿)