

PiCCO血流动力学监测在肺移植患者中的应用

严洁¹ 许红阳¹ 朱艳红¹ 王雁娟² 梁锋鸣¹ 杨挺¹ 陈静瑜³

1无锡市人民医院危重病医学科(江苏无锡 214002); 2无锡市人民医院麻醉科(江苏无锡 214002); 3无锡市人民医院肺移植科(江苏无锡 214002)

【摘要】 目的 评价脉搏指示连续心排出量(PiCCO)技术在肺移植术中血流动力学监测的作用。方法 20例终末期肺病患者行肺移植术,同时运用PiCCO和Swan-Ganz肺动脉漂浮导管(PAC)术中6个时间点的血流动力学指标进行监测。分别比较胸腔内血容量指数(PIIBVI)、肺动脉嵌顿压(PAWP)与每搏量指数(SVIPA)的相关性,以及相邻时间点变化值间(分别用 $\Delta_1 \sim \Delta_5$ 表示)的相关性,并运用Bland-Altman法对两种方法测得的心排指数(CI)进行一致性检验。结果 PIIBVI与SVIPA呈正相关($r=0.654$, $P<0.05$),而PAWP与SVIPA无显著相关性($P>0.05$)。术中相邻时间点PIIBVI的变化也与SVIPA变化成正相关(Δ_1 , $r=0.621$; Δ_2 , $r=0.784$; Δ_3 , $r=0.713$; Δ_4 , $r=0.740$; Δ_5 , $r=0.747$; P 均 <0.05)。PAWP的变化与SVIPA变化无明显相关性($P>0.05$)。两种方法测得的CI平均偏离度为 $(0.09 \pm 0.5) \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,一致性界限为 $(-0.89 \sim 1.07) \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。结论 在肺移植手术中PiCCO和PAC监测心脏前负荷的变化具有较好的相关性,PiCCO能够反映肺移植中血流动力学的变化。

【关键词】 脉搏指示连续心排出量; 肺移植; 血流动力学

Hemodynamic Monitoring by Pulse Indicated Continuous Cardiac Output Analysis During Lung Transplantation YAN Jie, XU Hong-yang, ZHU Yan-hong, WANG Yan-juan, LIANG Feng-ming, YANG Ting, CHEN Jin-yu * Department of Critical Care Medicine, Wuxi People's Hospital, Wuxi, Jiangsu 214002, China

Corresponding Author: YAN Jie E-mail: yjies@163.com

【Abstract】 Objective To explore the hemodynamic monitoring value of pulse indicated continuous cardiac output (PiCCO) during lung transplantation. Methods Twenty patients with end-stage lung disease undergone lung transplantation were enrolled. Hemodynamic states were monitored by PiCCO and Swan-Ganz standard thermodilation pulmonary artery catheter (PAC) simultaneously at six stages throughout the study. Changes in the variables were calculated by subtracting the first from the second measurement (Δ_1) and so on (Δ_1 to Δ_5). Results The linear correlation between intra-thoracic blood volume index (PIIBVI) and stroke volume index (SVIPA) was significant ($r=0.654$, $P<0.05$), whereas pulmonary artery wedge pressure (PAWP) poorly correlated with SVIPA ($P>0.05$). Changes in PIIBVI correlated with changes in SVIPA (Δ_1 , $r=0.621$; Δ_2 , $r=0.784$; Δ_3 , $r=0.713$; Δ_4 , $r=0.740$; Δ_5 , $r=0.747$; all $P<0.05$), whereas PAWP failed. The mean bias between CIart and CIpa was $(0.09 \pm 0.5) \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$; the limit of agreement was $(-0.89 \sim 1.07) \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Conclusions There is good correlation between the two methods of PiCCO and PAC for reflecting the change of heart preload. PiCCO is reliable in hemodynamic monitoring in patient undergone lung transplantation.

【Key words】 Pulse indicated continuous cardiac output; Lung transplantation; Hemodynamics

肺移植术中血流动力学变化复杂,准确监测并及时有效处理为临床难点之一。脉搏指示连续心排出量(PiCCO)除可监测常规血流动力学参数外,还可监测以容积变化反映的心脏前负荷参数的变化,

操作简便易行,可及时有效地指导临床危重病患者的治疗^[1,2]。本研究拟评估PiCCO技术在肺移植术中的应用情况,并与Swan-Ganz肺动脉漂浮导管(PAC)比较其反映心脏前负荷参数的有效性,以评

对象与方法

一、对象

20例终末期肺病患者为肺移植受体,其中男 14例,女 6例;年龄 22~65岁,平均 (46.5 ± 11.5) 岁;体重 42~77 kg,身高 160~177 cm。原发病: COPD 11例,肺纤维化 7例,硅沉着病、肺血管平滑肌瘤病各 1例。术前心脏彩超: 平均肺动脉压 30~50 mm Hg($1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$) 14例, 50~80 mm Hg 4例,大于 80 mm Hg 2例。行单肺移植患者 12例,双肺移植患者为 8例。

二、方法

1. 麻醉方法: 入手术室后局麻下桡动脉穿刺建立有创动脉压监测。以咪唑安定 0.05~0.10 mg/kg 芬太尼 5~10 $\mu\text{g/kg}$ 依托咪酯 0.2~0.4 mg/kg 和维库溴铵 0.1 mg/kg 麻醉诱导后气管插管,接 Dräger Evita 呼吸机行机械通气,通气方式选择压力控制方式。维持麻醉以丙泊酚 0.03~0.05 mg/kg $\cdot\text{min}^{-1}$ 及维库溴铵 1~2 $\mu\text{g/kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 持续静脉泵入及间断静脉注射芬太尼。麻醉后经左侧颈内静脉放置 PICCO 专用带温度探头连接管,右股动脉穿刺置 PICCO 专用带温度探头的压力监测管并接 PICCO 监测仪(4F PV2014 I16A Pulsar Medical Systems); 同时右颈内静脉放置 7F 连续温度稀释 Swan-Ganz 导管,并与 CO 的监测系统(M1205A Philips)相连接。所有输液和输血均经过加温系统进行加温,术中变温毯保温。术中根据血流动力学、红细胞压积、白蛋白水平、出血和凝血情况等调整输注速率和剂量。

2 观察指标: 在麻醉诱导后开始机械通气(MV)、单肺通气建立和同侧肺动脉钳夹后第一个肺植入(CI₁)、肺再灌注和恢复双肺通气(REP₁)、单肺通气建立和同侧肺动脉钳夹后第二个肺植入(CI₂)、肺再灌注和恢复双肺通气(REP₂)和手术结

束(FIN),共 6 个时间点(其中单肺移植为 MV、CI₁、REP₁和 FIN 共 4 个时间点),分别记录心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、平均肺动脉压(mPA)、心排指数(Swan-Ganz 监测和 PICCO 监测分别以 CI_P和 CI_{art}表示)、肺动脉嵌顿压(PAWP)、胸腔内血容量指数(IIBVI)、每搏量指数(SV_{IPa}和血管外肺水指数(EVIW)等血流动力学指标。并记录在相邻时间点 IIBVI、PAWP 和 SV_{IPa}的变化值($\Delta_1 = \text{CI}_1 - \text{MV}$, $\Delta_2 = \text{REP}_1 - \text{CI}_1$, $\Delta_3 = \text{CI}_2 - \text{REP}_1$, $\Delta_4 = \text{REP}_2 - \text{CI}_2$, $\Delta_5 = \text{FIN} - \text{REP}_2$)。PICCO 每次测定前均两次校正,取平均值。

三、统计学处理

用 SPSS13.0 软件进行统计,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用直线回归分析分别评价 IIBVI、PAWP 与 SV_{IPa} 的相关性,Bland-Altman 法比较两种方法监测 CI 的一致性(一致性界限为平均偏差 $\pm 1.96 \text{ SD}$),精确度可信区间为 95%。其他指标比较采用 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

术中患者的血流动力学情况见表 1。

相关性分析显示 IIBVI 与 SV_{IPa} 存在正相关($r = 0.654$, $P < 0.05$),线性回归方程为 $y = 0.04x + 6.205$ 。而 PAWP 与 SV_{IPa} 相关性差($P > 0.05$),线性回归方程为 $y = 0.2346x + 31.476$ 见图 1 和 2。术中各时间点的 IIBVI 和 SV_{IPa} 也存在正相关性(P 均 < 0.05),而 PAWP 与 SV_{IPa} 相关性差($P > 0.05$),见表 2。对术中相邻时间点的 IIBVI、PAWP 的变化分别与 SV_{IPa} 的变化进行相关性分析发现, ΔIIBVI 与 $\Delta \text{SV}_{\text{IPa}}$ 存在正相关(P 均 < 0.05),而 ΔPAWP 与 $\Delta \text{SV}_{\text{IPa}}$ 相关性差(P 均 > 0.05),见表 3。

以 Bland-Altman 法对术中各时间点 CI_{art} 和 CI_P 的一致性分析结果: CI_{art} 和 CI_P 的平均偏差为 $(0.09 \pm 0.5) \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,偏差的 95% 可信区

表 1 术中各时点的血流动力学指标($\bar{x} \pm s$)

指标	MV	CI ₁	REP ₁	CI ₂	REP ₂	FIN
HR(b/min)	98±9	105±13*	110±12	118±17*	112±15	108±18
MAP(mm Hg)	80±15	65±11*	75±14	61±13*	72±15*	77±14
mPA(mm Hg)	35.5±9.1	43.3±8.8*	37.6±9.3*	44.3±8.5*	32.8±7.8*	29.1±7.4
CI _{art} (L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	3.6±1.1	3.7±1.1	4.5±1.0*	3.8±1.4	4.4±1.4	4.7±1.2
CI _P (L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	3.7±1.2	3.5±1.1	4.4±1.0*	3.7±1.4	4.2±1.6	4.5±1.6
SV _{IPa} (mL/m ²)	32.9±9.5	31.1±9.7	44.7±18.1*	26.1±8.3*	40.3±12.6	41.6±19.2
CVP(mm Hg)	8.5±3.9	12.5±4.5*	10.1±4.1	14.4±5.5*	13.8±5.1	12.0±6.2
PAWP(mm Hg)	18.4±7.2	22.6±8.9*	22.5±10.0	24.1±10.2	14.6±6.5*	14.3±7.1
IIBVI(mL/m ²)	719±194	662±266*	839±191*	651±234*	832±263*	840±255
EVIW(mL/m ²)	13.1±4.1	12.4±3.2	17.6±2.9*	11.4±5.2	18.0±4.1*	15.2±6.7

间为 $(-0.014 \sim 0.194) \text{ L} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。一致性界限为 $(-0.89 \sim 1.07) \text{ L} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,其下限的可信区间为 $(-1.066 \sim -0.714) \text{ L} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;上限的可信区间为 $(0.894 \sim 1.246) \text{ L} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。通过散点图证实两种方法具有较好的一致性,见图3。

表2 前负荷指标(IIBV和PAWP)与SVI水平在术中各时点的相关性(r)

指标	MV	CI ₁	REP ₁	CI ₂	REP ₂	FIN
IIBV/ Δ SVI _{Pa}	0.517*	0.474*	0.693*	0.777*	0.783*	0.815*
PAWP/ Δ SVI _{Pa}	-0.003	0.086	0.427	0.402	0.007	0.206

注: * $P < 0.05$

表3 前负荷指标(IIBV和PAWP)与SVI水平在术中各时点变化的相关性(r)

指标	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5
Δ IIBV/ Δ SVI _{Pa}	0.621*	0.784*	0.713*	0.740*	0.747*
Δ PAWP/ Δ SVI _{Pa}	0.254	0.220	-0.004	0.065	0.359

注: * $P < 0.05$

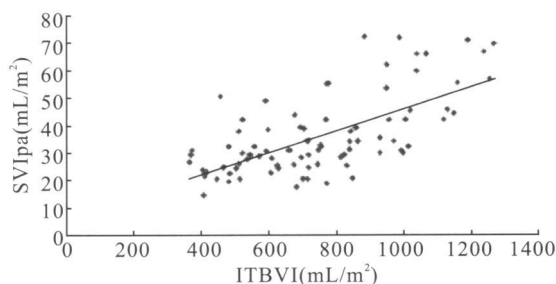


图1 SVI_{Pa}与ITBVI的线性回归分析图

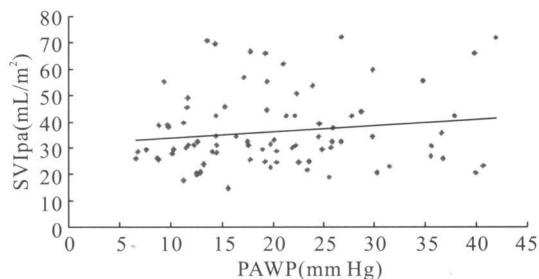


图2 SVI_{Pa}与PAWP的线性回归分析图

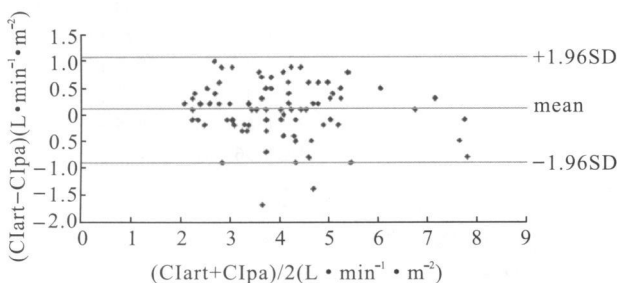


图3 两种方法测得的CI Bland-Altman分析图

讨论

肺移植过程中对血流动力学指标,尤其是心脏前负荷参数进行监测十分重要。由于在麻醉诱导后机械通气、肺血管钳夹、移植肺再灌注等肺移植手术步骤中往往会伴随血压急剧降低、肺动脉压显著增高等异常,及时准确地获取血流动力学参数很关键。此外,评价心脏前负荷在指导容量管理和血管活性药的使用,对于在保证脏器正常灌注下避免容量过负荷造成肺水肿也有着重要作用^[3,4]。因此,严密的血流动力学监测和容量管理有助于减少肺移植术中并发症的发生。

PiCCO是一种全新的脉搏曲线下面积连续心排出量与经肺温度稀释心排出量联合应用的技术,近年来广泛应用于临床血流动力学监测,研究显示PAC和PiCCO技术所测得的参数具有较好的一致性。Bland等^[5]所描述的一致性分析方法是目前进行比较性研究统计学分析的标准方法,分析的最终目的是明确两种方法是否可以互相替代。Werawatganon等^[6]用Bland-Altman法对ICU危重症患者PAC及PiCCO法测得的CO进行了比较,结果两种方法相关性达0.97,平均偏差仅为0.46 L/min。Della Rocca等^[7]在肺移植手术过程中将PiCCO的单次CO和连续CO与改良Swan-Ganz导管的单次和连续CO进行了详细地比较,结果提示无论是单次CO还是连续的CO都与Swan-Ganz导管得到的CO间保持了很好的相关性,而与Swan-Ganz导管相比PiCCO创伤更小,操作更简便。本研究中肺移植术患者CI_{art}与CI_{Pa}具有较好的一致性,与此前结果一致。可见在肺移植患者中,PAC与PiCCO两种技术对血流动力学的监测具有较好的相关性,PiCCO可用于肺移植术中的连续监测。

PAC是目前肺移植血流动力学监测的常规手段之一,对术中平均肺动脉压等指标的监测发挥重要的作用。但是PAC并不能直接反映机体容量状态,而是通过PAWP等代表右室舒张末期压力的指标来间接反映右室舒张末期容积,即左心前负荷^[8,9]。由于PAWP易受机械通气时胸腔内压力变化、心脏瓣膜功能、心肌顺应性等因素影响,往往并不可靠^[10]。在肺移植患者中肺动脉高压十分常见,本研究中多数患者术前存在中重度的肺动脉高压,肺动脉高压常导致三尖瓣反流、右心功能失调,显然PAWP在肺移植中作为评价前负荷指标的准确性值得怀疑。Kumazawa等^[10]对健康志愿者的研究发现

心脏术后患者的研究也提示 PAWP与容量指标并没有明显的相关性^[11]。本研究中肺移植患者 PAWP与 SV相关性较低,这与此前的研究结果一致。因此,在肺移植中 PAWP并不能准确反映心脏前负荷。

PiCCO作为新的血流动力学监测手段,为临床提供了以容量参数(如 IIBV)来直接反映肺移植术中循环血容量状态的方法。IIBV目前被认为是反映心脏前负荷的敏感指标,它是以胸腔血容量来直接反映心脏的前负荷。以容量参数反映心脏容量状态消除了胸腔内压力及心脏和胸肺顺应性等因素对压力参数的干扰,从而能更准确地反映心脏容量负荷的真实情况^[12]。Luecke等^[13]研究了不同 PEEP水平导致胸腔内压力增高时,IIBV和左室舒张末容积(LVEDV)的关系,结果 IIBV与 LVEDV保持了较好的相关性。Reuter等^[14]对20例机械通气的心脏术后患者进行容量负荷试验,测定其前后的 CI、PAWP和 IIBV,结果显示 IIBV与 ΔC 有显著的相关性,而 PAWP与 ΔC 无明显相关性,说明 IIBV用于评价心脏对容量负荷的反应优于 PAWP。此外,对冠脉搭桥和肝移植手术患者的研究均提示 IIBV比 PAWP能更可靠地反映心脏前负荷变化^[15-16]。但是目前肺移植中 IIBV与 SVI的相关性研究报道极少。本实验通过对 Δ IIBV和 Δ SVIa(Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 、 Δ_4 及 Δ_5)相关性的研究以及手术各阶段中 IIBV和 SVIa(MV、CI₁、REPI、CI₂、REPI₂及 FIN)的相关性分析,结果提示在肺移植中 IIBV与 SVI有较好的相关性。可见,IIBV在肺移植患者前负荷监测中有着重要作用。

综上所述,PiCCO是一种新的血流动力学监测手段,它不同于传统的压力监测方式,为我们提供了以容量参数来直接反映循环血容量状态的监测方法,对肺移植过程中血流动力学监测具有较好的应用价值。

参 考 文 献

- 1 Sander M, von Heymann C, Foer A, et al. Pulse contour analysis after normothermic cardiopulmonary bypass in cardiac surgery patients. *Crit Care* 2005; 9: R729-734.
- 2 Gil Anón J, Cecchetti C, Méndez S, et al. Preliminary clinical experience with PiCCO system in children with shock. *An Pediatr (Barc)* 2009; 71: 135-140.
- 3 López-Herce J, Bustinza A, Sancho L, et al. Cardiac output and blood volume parameters using femoral arterial thermodilution. *Pediatr Int* 2009; 51: 59-65.
- 4 Bein B, Meybohm P, Cavus E, et al. The reliability of pulse contour derived cardiac output during hemorrage and after vasopressor administration. *Anesth Analg* 2007; 105: 107-113.
- 5 Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
- 6 Werawonganon T, Punyavong S, Chaikaw P, et al. Validity and reliability of cardiac output by arterial thermodilution and arterial pulse contour analysis compared with pulmonary artery thermodilution in intensive care unit. *J Med Assoc Thai* 2003; 86 (Suppl 2): S323-S330.
- 7 Della Rocca G, Costa MG, Pompei L, et al. Continuous and intermittent cardiac output measurement: pulmonary artery catheter versus aortic transpulmonary technique. *Br J Anaesth* 2002; 88: 350-356.
- 8 Chatterjee K. The Swan-Ganz catheters: Past, present and future. *A viewpoint. Circulation* 2009; 119: 147-152.
- 9 Rubenfeld GD, McNamara AS, Jr, Robinson L. The pulmonary artery catheter 1967-2007: rest in peace? *JAMA* 2007; 298: 458-461.
- 10 Kumar A, Anel R, Bunnell E, et al. Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects. *Crit Care Med* 2004; 32: 691-699.
- 11 Kazemian R, Patel A, Berkenstadt H, et al. Accuracy of transpulmonary thermodilution versus gravimetric measurement of extravascular lung water. *Crit Care Med* 2004; 32: 1550-1554.
- 12 Osman D, Ridehalgh C, Ray P, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med* 2007; 35: 64-68.
- 13 Luecke T, Roth H, Herrmann P, et al. Assessment of cardiac preload and left ventricular function under increasing levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Med* 2004; 30: 119-126.
- 14 Reuter DA, Fellingner TW, Schmidt C, et al. Stroke volume variations for assessment of cardiac responsiveness to volume loading in mechanically ventilated patients after cardiac surgery. *Intensive Care Med* 2002; 28: 392-398.
- 15 Rex S, Bräse S, Metzelder S, et al. Prediction of fluid responsiveness in patients during cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2004; 93: 782-788.
- 16 Hofer CK, Furrer L, Matter ENSNER S, et al. Volumetric preload measurement by thermodilution: a comparison with transoesophageal echocardiography. *Br J Anaesth* 2005; 94: 748-755.

(收稿日期: 2009-09-21 修回日期: 2009-11-11)

(本文编辑: 许扬)