

FloTrac/Vigileo 系统在围手术期血流动力学监测中的应用

蒋卫清 鲍红光[△] 韩 流

(南京医科大学附属南京市第一医院麻醉科 江苏 南京 210026)

摘要: FloTrac 传感器和 Vigileo 监护仪(爱德华生命科学公司)是一个基于动脉压力波形分析技术的微创心排量测定系统,可以连续的计算心排量。除了心排量(心指数), FloTrac/Vigileo 系统还可以监测每搏变异量。如果提供中心静脉压数据,则可以计算全身血管阻力及其指数。利用仪器特别设计的中心静脉导管(Precep),可以持续监测中心静脉血氧饱和度。这个设备已由美国食品及药物管理局(FDA)批准应用于成人,目前有大量的文献描述了该设备应用于多种重症疾病的临床治疗中。本文为这一新技术作一综述以及讨论它的临床应用和局限性。

关键词: 动脉压力波形分析 心排量 每搏量变异度

中图分类号: R197.39 R47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2012)08-1580-03

Application of FloTrac/Vigileo System in Monitoring on Perioperative Haemodynamics

JIANG Wei-qing, BAO Hong-guang[△], HAN Liu

(Department of anesthesiology, Nanjing Medical University affiliated Nanjing First Hospital, Nanjing, 210006, China)

ABSTRACT: The FloTrac sensor, in conjunction with the Vigileo monitor (Edwards Lifesciences) is a minimally invasive monitor based on arterial pulse wave analysis that continuously measures cardiac output. In addition to CO (index), the FloTrac/Vigileo calculates stroke volume variation (SVV). If central venous pressure is available, systemic vascular resistance and the systemic vascular resistance index are calculated. With a specially designed central venous catheter (Precep, Edwards Lifesciences), a continuous central venous oxygen saturation can be obtained and displayed as well. This device is now FDA-approved for use in adults, there is a growing body of literature that characterizes its utility in many different clinical settings of critical illness. This report gives an overview of the literature about this new technique, and discusses its potential clinical utility and limitations.

Key words: Arterial pressure waveform analysis Cardiac output Stroke volume variation

Chinese Library Classification(CLC): R197.39, R47 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2012)08-1580-03

前言

心功能的监测对于重大手术患者以及 ICU 病房的危重症患者有很重要的确诊和指导治疗的作用。在外科手术中,肺动脉导管(PAC)热稀释法作为临床上监测血流动力学的“金指标”已被广泛应用。但是 PAC 的价值近年来被质疑,它对患者转归的影响仍存在争议^[1]。近年来,一项基于动脉波形分析计算心输出量技术(arterial pressure-based cardiac output, APCO)的仪器 FloTrac/Vigileo (Edwards Lifesciences, Irvine, CA)系统已被引入临床应用中^[2]。FloTrac/Vigileo 系统是一项微创的、连续而实时计算心输出量(CO)的新技术,操作简便,使用安全并且不需要通过其他方法来校准^[3]。与传统的 PAC 热稀释法测定心排血量有较好的相关性,而且并发症更少^[4]。本文现将 FloTrac/Vigileo 系统在围手术期血流动力学监测中的应用进展综述如下:

1 组成和基本原理

作者介绍 蒋卫清(1982-)女,硕士研究生,主要从事麻醉临床和基础研究。电话 025-52271032 E-mail jwqing1982@163.com

[△]通讯作者 鲍红光 E-mail hongguang_bao@hotmail.com

(收稿日期 2011-08-22 接受日期 2011-09-18)

FloTrac/Vigileo 系统的组成 FloTrac 传感器 微创的血流动力学监测装置,与 Vigileo 监护仪联合采集患者血流动力学参数,Vigileo 监护仪通过患者的身高、体重、年龄、性别一般资料,衡量患者血管顺应性指标,显示血流动力学参数及氧动力学参数,PreSep 导管可以连续监测 ScvO₂ 的三腔中心静脉管。

监测原理是以 $CO = PR \times SV$ 公式为基础,通过 FloTrac 公式 $APCO = PR \times (\sigma_{AP} \times \chi)$ 计算瞬时的 CO。其中 PR 为 FloTrac 传感器经患者外周动脉采集的脉率, FloTrac 系统通过对动脉压力波形进行分析,应用统计分析计算脉搏压特性,通过动脉波形的上升来识别心跳周期,计算出心率。SV 是 σ_{AP} 与 χ 的乘积, σ_{AP} 代表动脉压力标准差,是评估脉搏压的指标, χ 是通过对动脉波形分析得出的函数,是系统从人口统计学资料中评估不同患者的差异性和校准血管的差异性(顺应性和阻力),最后通过对单位时间内(一般设定为 20s)的血压数据和波形分析来测得心排量。FloTrac/Vigileo 系统通过患者的外周动脉压力信号连续计算出患者的连续心输出量(CCO)、连续心排指数(CCI)、每搏输出量(SV)、每搏量变异度(SVV)、外周血管阻力(SVR)及外周血管阻力指数(SVRI)及中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)等^[5]血流动力学指标。

2 CO 监测的临床应用

FloTrac 传感器与 Vigileo 监护仪是一套微创、连续的 CO 测定系统,其依据了动脉压力波形曲线的面积与 CO 成正比的原理。很多文献肯定了系统根据动脉压力波形分析来测定 CO 的精确度和有效性以及 PAC2 种方法比较在临床上可以接受的一致性。在一项 ICU 心血管术后病人的调查研究中, Breukers 等^[6]比较了 FloTrac/Vigileo 系统(FV)和肺动脉导管(PCA)获得的平均心排量,其偏差为 $-0.14\text{L}/\text{Min}$,精确度为 $1.00\text{L}/\text{Min}$,可信限($-2.14\text{L}/\text{Min}$, $1.87\text{L}/\text{Min}$)。证实 APCO 是临床可以接受的监测方法,在低心排时准确且对血管顺应性的改变敏感。针对人群个体差异和患者不同的左心功能,左心功能的异常可能增加术后心肌顿抑而导致进行性低心排的方展,近期的一项实验^[7]选取了行择期冠状动脉旁路移植术的患者,左室收缩功能中度异常(EF30%-44%), Vetrugno 等^[7]比较了 APCO 与 PAC 测得的心输出量,结论是中度收缩功能异常的的心脏手术患者在术中与术后应用的二代 FloTrac/Vigileo 系统与 PCA 系统相比有较好的一致性。

Auler Jo 等^[8]首次把动脉波形分析的方法运用到产科麻醉中,在剖宫产手术实施腰麻后,可能会引起严重的母体低血压和心输出量的降低以及子宫血流减少, FloTrac/Vigileo 系统可以持续的监测产妇心输出量。该试验提示了健康产妇在预负荷胶体液及血管加压药后实施腰麻后剖宫产术,除了心率和每搏量的改变,血流动力学稳定。而对于有心血管疾病如先兆子痫等的产妇,微创的 FloTrac/Vigileo 系统对产妇在分娩、应用血管活性药以及缩宫素的血流动力学反应的监测的评价将有重要的指导意义。

3 SVV 的临床应用

FloTrac/Vigileo 还能以 SVV 为指针来指导液体治疗。SVV = $(SV_{\max} - SV_{\min}) / SV_{\text{mean}}$,是由于机械通气使胸腔内压发生变化导致 SV 出现波动而产生的。Osman 等^[9]大样本的试验,每个病人先测量 CVP,然后给予 500ml 液体后,用漂浮导管测量 CI 的增加百分比,CI 增加 15%以上归为反应组(R 组),CI 增加 15%以下的归为无反应组(NR 组),把这两组病人输液前的 CVP 进行对比,发现 R 组的平均 CVP 比 NR 组 CVP 值低,但从个体来看,两组 CVP 值没有明显差异,也就是说同样 2 个输液前 CVP 为 5mmHg 的病人,可能一个是容量不够的,而另一个是容量是充足的,得出 CVP 无法正确反应病人前负荷状况,他们用同样的方法得出肺动脉闭塞压(pulmonary artery occlusion pressure PAOP)也无法正确反应病人前负荷状况。而 SVV 是一个全新的评价前负荷的参数,将可以全面替代 CVP、PAOP 等传统前负荷参数。利用血流动力学监测仪中 SVV 等数据对高危外科手术的全麻患者进行目标导向治疗(Goal directed therapy, GDT),已被证实可以得到有效的效果^[10]。而 Cecconi 等^[11]应用了 FloTrac/Vigileo 血流动力学监测系统首次对于区域麻醉清醒的择期全髋置换患者进行 GDT,来目标管理静脉输血输液,血管活性药物的给予。结果显示 GDT 改善了术中的液体管理以及预后,减少了术后并发症。

FloTrac/Vigileo 系统对控制性机械通气的患者 SVV 的监测,只能反映患者潮气量在一定范围内的血容量变化^[12]。近期一项研究选取了肺叶切除患者^[13]单肺通气模式下,SVV 对液体

反应的预测价值,患者按不同的潮气量分成两组,结果提示只有潮气量达到 8 ml/kg 时,单肺通气的患者 SVV 预测液体反应性才具有可以接受的敏感性和特异性。对于自主呼吸的患者,因为自主呼吸时胸腔内压变化很小,所以血流动力学参数如 SVV 变化也很小^[14]。在 Auler JO 等^[8]产科手术麻醉的试验中,SVV 在胎儿娩出时迅速增高,并在术毕恢复到基础值。在血流动力学不平稳的自主呼吸患者, Soubrier 等^[15]发现 SVV 预测液体反应的敏感性和特异性分别达到 47%和 92%。

4 中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)的应用

ScvO₂ 是上腔静脉血氧饱和度,代表在组织水平上氧供和氧耗平衡的结果。Pearse 等^[16]分析了 118 例患者的数据,发现术后 ScvO₂ 在 64.4%以下的病人发生并发症的风险更大,未发并发症的患者术后 8 小时内 ScvO₂ 的平均值是 75%。大手术后 ScvO₂ 降低是很常见的,与术后并发症的增加相关。在肝切除手术中,维持足够的肝脏氧供是防止术后肝功能衰竭的重要因素,相比于监测肝静脉氧饱和度或是混合血氧饱和度,利用 PreSep 导管简单而又安全,而且 ScvO₂ 能够代表组织水平的氧供和氧耗,当患者术中大量出血时,术中循环的管理以及利用持续监测 ScvO₂ 来平衡脏器氧合,是很有效的^[17]。Oyama 等^[18]提到感染性休克的患者,在其早期目标导向治疗 early goal-directed therapy (EGDT)中连续 ScvO₂ 监测可以有效的防止多脏器衰竭的发生。

5 应用的局限性和影响因素

任何一种监护设备,无论该设备是简单还是复杂、有创还是无创,精确还是不准确,都不能改善预后,除非和治疗手段相结合。只有正确的治疗才能改变患者的预后。FloTrac/Vigileo 系统也存在着自身的局限性,首先 FloTrac/Vigileo 在监测数据上不能提供右房压、肺动脉压和肺毛细血管楔压(PCWP)等参数,在评价患者右心功能上有限制性。其次,根据 FloTrac/Vigileo 系统在儿科患者应用的报告^[19],一项前瞻性研究比较了它和间断热稀释法监测心输出量,选取了 8 个月到 16 岁的心肌病或者肺动脉高压及心脏移植术后的患儿,两种方法所测心输出量的相关性不是很好,这是迄今为止和成人试验的一个比较,提示了该系统在儿童患者的应用和压力波形分析所获数据不是很确切。第三,对于应用主动动脉球囊反搏的患者, FloTrac 数据不具有可信度^[20]。

6 测量准确性和软件更新

FloTrac/Vigileo 系统测量准确性的影响因素还包括传感器高度的改变,病人手臂的移动,动脉管线气泡,动脉插管置入股动脉可能的移动,以及应用大剂量血管活性药物后压力信号的衰减,这些都有待于进一步的临床试验来研究。

APCO 的精确度很大程度上取决于血管张力而不是改进计算方法,更新软件可以改善的。在一项神经外科手术^[21]患者的前瞻性观察研究中,由于蛛网膜下腔出血后脑血管痉挛需要大剂量血管加压剂治疗,三代的动脉波形分析软件于二代相比并没有提高数据的精确性。但是在 De Backer 等人^[22]的试验中提出了不同的结论,研究了 FloTrac 三代软件在败血症,特别

是全身血管阻力低的患者的监测准确性,得出三代软件比二代软件更精确,更少受全身血管阻力的影响。

Akiyoshi 等^[23]比较了热稀释法检测的心输出量,评价了三代和一代的动脉波形分析计算心输出量(APCO(v3.0)和 APCO(v1.0))技术,他们选择了 20 名接受全麻机械通气的肝移植手术患者,通过 Bland-Altman 分析显示三代、一代和热稀释法平均偏差分别是 0.89、1.73、-0.79 L/min,证实了由于软件的更新,三代技术比一代准确性有了很大的提高,尤其是在低外周循环阻力的肝移植患者。

7 小结

APCO,一种微创的技术,只需一根简单的动脉导管,无需校准。APCO 和其他的 CO 分析技术的相关性良好,显示可比较的偏差和精确度,在术中及术后提供可靠监护,在内外科危重病患者的实际操作中表现良好,准确而简单的微创测定技术的发展将对重症患者的血流动力学监测作出贡献。

参考文献(References)

- [1] Sandham JD, Hull RD, Brant RF, et al. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients [J]. *N Engl J Med*, 2003,348(1):5-14
- [2] Mayer J, Boldt J, Mengistu AM, et al. Goal-directed intraoperative therapy based on autocalibrated arterial pressure waveform analysis reduces hospital stay in high-risk surgical patients: A randomized, controlled trial[J]. *Crit Care*, 2010,14(1):R18
- [3] Collange O, Xavier L, Kuntzman H, et al. Flotrac for monitoring arterial pressure and cardiac output during phaeochromocytomasurgery[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2008, 25(9):779-780
- [4] Cannesson M, Attof Y, Rosamel P, et al. Comparison of FloTrac cardiac output monitoring system in patients undergoing coronary artery bypass grafting with pulmonary artery cardiac output measurements[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2007, 24(10):832-839
- [5] Romano SM, Pistolesi M. Assessment of cardiac output from systemic arterial pressure in humans[J]. *Crit Care Med*, 2002, 30(8):1834-1841
- [6] Breukers RM, Sepehrkhoy S, Spiegelenberg SR, et al. Cardiac output measured by a new arterial pressure waveform analysis method without calibration compared with thermodilution after cardiac surgery [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007, 21(5):632-635
- [7] Vetrugno L, Costa MG, Spagnesi L, et al. Uncalibrated arterial pulse cardiac output measurements in patients with moderately abnormal left ventricular function[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011,25(1):53-58
- [8] Auler JO Jr, Torres ML, Cardoso MM, et al. Clinical evaluation of the flotrac/vigileoTM system for continuous cardiac output monitoring in patients undergoing regional anesthesia for elective cesarean section: a pilot study[J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2010, 65(8):793-798
- [9] Osman D, Ridet C, Ray P, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(1):64-68
- [10] Benes J, Chytra I, Altmann P, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study[J]. *Crit Care*, 2010, 4(3):R118
- [11] Cecconi M, Fasano N, Langiano N, et al. Goal-Directed haemodynamic therapy during elective total hip arthroplasty under regional anaesthesia[J]. *Crit Care*, 2011, 15(3):R132
- [12] Prasser C, Bele S, Keyl C, et al. Evaluation of a new arterial pressure-based cardiac output device requiring no external calibration[J]. *BM-C Anesthesiology*, 2007, 9:7-9
- [13] Suehiro K, Okutani R. Influence of tidal volume for stroke volume variation to predict fluid responsiveness in patients undergoing one-lung ventilation[J]. *J Anesth*, 2011, 19[Epub ahead of print]
- [14] Dahl MK, Vistisen ST, Koefoed-Nielsen J, et al. Using an expiratory resistor, arterial pulse pressure variations predict fluid responsiveness during spontaneous breathing: an experimental porcine study[J]. *Crit Care*, 2009, 13:R39
- [15] Soubrier S, Saulnier F, Hubert H, et al. Can dynamic indicators help the prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing critically ill patients?[J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33(7):1117-1124
- [16] Pearse R, Dawson D, Fawcett J, et al. Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications[J]. 2005, 9(6):R687-693
- [17] Kawaguchi Y, Kushikata T, Kitayama M, et al. Central venous oxygen saturation monitoring was useful in two cases of hepatectomy with massive bleeding[J]. *Masui*, 2006, 55(12):1502-1505
- [18] Oyama Y, Goto K, Yamamoto S, et al. Early goal-directed therapy (EDGT) using continuous central venous oxygen saturation monitoring in a patient with septic shock[J]. *Masui*, 2008, 57(4):443-446
- [19] Teng S, Kaufman J, Pan Z, Czaja A, et al. Continuous arterial pressure waveform monitoring in pediatric cardiac transplant, cardiomyopathy and pulmonary hypertension patients[J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37(8):1297-1301
- [20] Mayer J, Boldt J, Schollhorn T, et al. Semi-invasive monitoring of cardiac output by a new device using arterial pressure waveform analysis: a comparison with intermittent pulmonary artery thermodilution in patients undergoing cardiac surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2007, 98(2):176-182
- [21] Metzelder S, Coburn M, Fries M, et al. Performance of cardiac output measurement derived from arterial pressure waveform analysis in patients requiring high-dose vasopressor therapy [J]. *Br J Anaesth*, 2011, 106(6):776-784
- [22] De Backer D, Marx G, Tan A, et al. Arterial pressure-based cardiac output monitoring: a multicenter validation of the third-generation software in septic patients[J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37(2):233-240
- [23] Akiyoshi K, Kandabashi T, Kaji J, et al. Accuracy of arterial pressure waveform analysis for cardiac output measurement in comparison with thermodilution methods in patients undergoing living donor liver transplantation[J]. *J Anesth*, 2011, 25(2):178-183