

DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.06.051

脉搏灌注指数变异在围手术期容量治疗监测中的应用

刘芳芳 田 蜜 吴智方 金 利 李伟彦[△]

(南京大学医学院南京军区南京总医院麻醉科 江苏 南京 210002)

摘要: 脉搏灌注指数变异(plethysmographic variability index, PVI)是动态的容量监测指标,作为新一代脉搏氧饱和度仪的测量参数,通过脉搏波形分析技术可以进行连续瞬时监测。PVI可准确地指导液体复苏,维持最佳前负荷,防止有效循环血容量不足导致的低灌注和血容量过多导致的组织水肿,有利于更好的平衡液体管理,是一种简便、有效的实时监测手段。与传统静态的血流动力学参数相比,PVI能准确无创的预测容量治疗反应,因而在优化心输出量和便捷临床应用方面更有优势。然而,PVI受多种因素影响且不能用于自主呼吸和心律失常的患者,因此临床应用时应该综合考虑其影响因素,结合其他方法指导容量治疗。

关键词: 脉搏灌注指数变异;脉搏波;容量;监测;围手术期

中图分类号: R614 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2014)06-1194-03

Application of Plethysmographic Variability Index for Monitoring Perioperative Fluid Therapy

LIU Fang-fang, TIAN Mi, WU Zhi-fang, JIN Li, LI Wei-yan[△]

(Dept. of Anesthesiology, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command, School of Medicine, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu, 210002, China)

ABSTRACT: Plethysmographic variability index (PVI) is a dynamical volume monitoring tool, which is a new pulse oximeter's measurement parameter for continuous instantaneous monitoring through the pulse waveform analysis techniques. PVI can accurately guide fluid resuscitation, maintain the optimal preload, and prevent inadequate circulating blood volume that leads to low perfusion or too much blood volume leading to tissue edema. Therefore, PVI is a simple and effective tool for real-time monitoring that can facilitate better liquid management. In contrast to static hemodynamic parameters, PVI can accurately predict fluid resuscitation response, thus has advantages with respect to optimized cardiac output and clinical application. However, PVI is influenced by many factors and can not be used in spontaneous breathing and arrhythmia patients. In clinical practice, we should consider these factors and combine with other methods to guide fluid therapy.

Key words: Plethysmographic variability index; Pulse wave; Volume; Monitoring; Perioperative period

Chinese Library Classification(CLC): R614 **Document code:** A

Article ID : 1673-6273(2014)06-1194-03

前言

患者术中进行的容量补充主要用以维持良好的组织灌注和内环境稳定,进而避免细胞代谢紊乱和多器官功能损伤的发生^[1]。容量治疗是维持围手术期患者生命体征平稳的一项重要措施,其目的是使左心室每搏量(stroke volume, SV)增加,心输出量(cardiac output, CO)提高,但其有效前提是患者左心功能状态位于 Frank-Starling 曲线的上升部分^[2]。新近研究表明 ICU 患者中只有 50% 患者的 CO 在容量治疗后可得到有效改善^[3]。因此,临床医生对血容量的正确判断和及时治疗非常重要。传统的静态参数如中心静脉压(central venous pressure, CVP)和肺毛细血管楔压(pulmonary capillary wedge pressure, PCWP)等不能准确的反映前负荷变化趋势。目前研究认为,依赖于胸内压

和回心血量之间相互作用的动态性血流动力学参数每搏变异度(stroke volume variation, SVV)和动脉脉压变异(pulse pressure variation, PPV)等是预测容量治疗反应的良好指标^[4-6]。此外,脉搏氧体表描记图波形幅度变异(respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude, Δ POP) 也可以较好反应心室前负荷的变化,与 SVV 和 PPV 等也有良好的相关性,但不容易在床边进行评估,而脉搏灌注指数变异(plethysmographic variability index, PVI)是一项新的运算法则,能够自动持续的监测 Δ POP 并且与其有很好的相关性,也可以预测机体容量治疗的反应,其准确性与 SVV 相近^[7]。本文旨在综述脉搏灌注指数变异在围手术期容量治疗监测中的应用。

1 基本原理和测量方法

脉搏灌注指数变异以脉搏氧波形为基础,通过机体吸收脉搏氧探头中的红光和红外光结合复杂的计算程序连续无创的监测血红蛋白、灌注指数(PI, perfusion index)以及灌注指数变异度(PVI),由持续性吸收(direct current, DC)和搏动性吸收(al-

作者简介:刘芳芳(1982-),女,硕士研究生,主要研究方向:临床麻醉学,电话:025-52323834, E-mail: liuffchina@qq.com

[△]通讯作者:李伟彦, E-mail: weiyanlee@sina.cn

(收稿日期:2013-06-10 接受日期:2013-07-12)

ternating current, AC)两部分构成。其中, AC 反映动脉血对光线吸收后产生搏动变化, DC 反映骨骼、皮肤等其他组织持续吸收脉搏氧探头中的光线, PI 反映外周组织灌注状态, 是对红外光搏动性吸收和持续性吸收的比值, 即 $PI=AC/DC \times 100$ 。而 PVI 是基于灌注指数的变异度, 通过自动检测一个完整呼吸周期中 PI 最大值与最小值计算得来^[8], 即 $PVI=(PI_{max}-PI_{min})/PI_{max} \times 100\%$ 。

2 临床应用

PVI 可预测容量治疗反应, 并具有较高的敏感度与特异度。但 PVI 是计算值, 受血管活性药物、体温、呼吸模式等众多因素影响。不同的文献表明不同的患者得出的 PVI 诊断阈值不尽相同, 有研究认为 $PVI>14\%$ 是容量治疗的诊断阈值(灵敏度 81%, 特异性 100%)^[9], 而有文献报道 $PVI>20\%$ 是容量治疗的诊断阈值(灵敏度 84%, 特异性 90%)^[10]。导致这些差异的原因需要我们作进一步的研究探讨。Renner 等^[11]将 PVI 应用到 27 名接受先天性心脏病手术的婴儿的容量管理中, 发现 PVI 能够预测机械通气时容量治疗的反应性(ROC 曲线 $=0.79$; $P=0.01$), 而对比 HR (ROC 曲线值 $=0.53$; $P=0.75$)、CVP (ROC 曲线值 $=0.57$; $P=0.52$)。Loupec 等^[12]研究了 40 名循环不稳定且需要扩容的重症患者, 对比静脉输注 500 mL 羟乙基淀粉前后的心输出量, 监测 PVI、PPV, 以 CO 增加 $\geq 15\%$ 区别有反应者和无反应者, 结果 21 名为有反应者, 19 名为无反应者, 有反应组和无反应组 PVI 分别为 $(28 \pm 13\%)$ 、 (11 ± 4) , PPV 分别为 $(22 \pm 11\%)$ 和 $(5 \pm 2\%)$, 两组比较差异均有显著统计学意义。PVI 的诊断阈值为 17%, 监测容量反应的灵敏度为 95% (95% 可信区间 74%~100%), 特异性为 91% (95% 可信区间 70%~99%)。

麻醉诱导时, 静注异丙酚产生低血压部分与容量状态相关。TSUCHIYA 等^[13]观察临床 76 名健康成人的麻醉诱导, 发现术前 PVI 水平可以预测异丙酚诱导后的血压下降。该研究提示了 PVI 监测对于预防麻醉诱导后低血压的发生有一定意义。Desebbe 等^[14]研究了不同机械通气模式对 PVI 的影响, 他们观察 25 例冠脉搭桥术后患者, 先将潮气量分别设定为 6、8、10 mL/kg, 再将呼气末正压通气(PEEP 由 0 增加到 10 cm H₂O), 结果表明潮气量 >8 mL/kg 时, PVI 与 PEEP 所致的心输出量降低有显著相关性($P<0.05$)。Forget 等^[15]对 82 例行腹部手术的患者进行研究, 认为 PVI 指导的液体靶向输注可明显减少术中补液, 显著降低术中及术后乳酸水平。Chandler 等^[16]观察了 49 名 11 岁以下行机械通气患儿, 发现 PVI 与 PPV、 Δ POP 有明显相关性: PPV ($r=0.7049$, $P<0.0001$)、 Δ POP ($r=0.715$, $P<0.0001$)。Sebastiani 等^[17]将 PI、PVI 应用于 30 例经肌间沟臂丛神经阻滞复合全身麻醉的整形外科手术中, 发现患者清醒时臂丛神经阻滞侧, 阻滞侧上臂 PI 值明显升高($P<0.05$); 而后经全麻诱导后对侧 PI 值明显升高, 阻滞侧相对不变, 两侧上臂 PI 差值缩小; 最后输注 500 mL 胶体后, 发现两侧上臂的 PVI 值均降低。因此, 他们认为 PI 能够预测清醒患者臂丛神经阻滞的麻醉效果并且 PVI 能够判断容量负荷前后前负荷的变化。由于 PVI 的计算依赖于 PI 值, 为了确定 PVI 预测能力是否依赖于不同的 PI 值, BROCH 等^[18]选择了 81 名冠脉旁路移植术的患者进行研

究, 对比分析麻醉诱导后手术前的 PVI、PI、PPV、SVV、CVP 值, 把被动抬腿试验 SVI 增加 $>15\%$ 定义为液体试验的有反应者, 反之称无反应者, 研究发现 PVI、PPV、SVV、CVP 的最高曲线下面积(AUC)不同: PVI(AUC: 0.60, $P=0.13$)、PPV(AUC: 0.83, $P<0.0001$)、SVV(AUC: 0.72, $P=0.002$)、CVP(AUC: 0.60, $P=0.13$)。同时, 他们认为更高的 PI 值提高了 PVI 预测液体反应的准确性, 4% 患者的 PI 值有统计学意义(AUC: 0.72, $P=0.01$), 结果表明 PVI 不能准确预测液体的反应性, 只有在更高的外周灌注状态下, PVI 才能提高对预测血流动力学变化的能力, PI 对 PVI 有很强的相关影响。

3 局限性和影响因素

PVI 是呼吸周期内对脉搏灌注变异的定量监测, 所有可影响回心血量、心输出量、胸腔内压力的生理病理因素对其均有影响。临床上影响胸腔内压力变化的主要因素包括自主呼吸变异、呼气末正压通气、胸膜腔疾病、气道阻力增加性疾病等; 影响回心血量的因素包括体循环平均充盈压、心肌收缩力、体位、机体活动状态等。血管收缩的状态直接影响组成脉搏氧波形中搏动性吸收的部分^[19], 因此, 体温变化、应用血管活性药物和其他因素(例如紧张、疼痛反应、麻醉深浅)所致的血管收缩都是应用 PVI 的局限性。此外, 虽有部分文献认为与其它功能性血流动力学参数相比, PVI 临界值为 10%~15%能够正确指导补液, 但由于患者个体生理和解剖的差异, 个体容量治疗监测界值的差异仍然很大。

4 小结

PVI 作为一种新兴的无创动态血流动力学监测, 能够准确预测容量治疗反应及预后。与静态参数相比, 在优化心输出量、容量管理和组织氧供方面更具优势。但其本身亦受多种因素影响, 因此容量管理过程中需结合多种指标和方法, 以获得更准确的临床信息。

参考文献(References)

- [1] Perel A. Automated assessment of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients[J]. Anesth Analg, 2008, 106(4): 1031-1033
- [2] Hofer CK, CaReisner A, Shaltis PA, McCombie D, et al. Utility of the photoplethysmogram in circulatory monitoring [J]. Anesthesiology, 2008, 108(5): 950-958
- [3] Nnesson M. Monitoring fluid responsiveness [J]. Acta Anaesthesiol Taiwan, 2011, 49(2): 59-65
- [4] Monnet X, Teboul JL. Volume responsiveness [J]. Curr Opin Crit-Care, 2007, 13: 549-553
- [5] Manoach S, Weingart SD, Charchafieh J. The evolution and current use of invasive hemodynamic monitoring for predicting volume responsiveness during resuscitation, perioperative, and critical care[J]. J Clin Anesth, 2012, 24(3): 242-250
- [6] Montenij LJ, de Waal EE, Buhre WF. Arterial waveform analysis in anesthesia and critical care [J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2011, 24(6): 651-656
- [7] Cai QF, Mi WD, Yuan WX. The ability of pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients under

- general anaesthesia [J]. Chinese Journal of Surgery, 2010, 48(21): 1628-1632
- [8] Feldman JM, Sussman E, Singh D, et al. Is the pleth variability index a surrogate for pulse pressure variation in a pediatric population undergoing spine fusion? [J]. Paediatr Anaesth, 2012, 22(3): 250-255
- [9] Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, et al. Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre [J]. Br J Anaesth, 2008, 101(2): 200-206
- [10] Feissel M, Kalakhy R, Badie J, et al. PVI: A New Fluid Responsiveness Parameter [J]. Critical Care, 2009, 13(Suppl 1): P205
- [11] Renner J, Broch O, Gruenewald M, et al. Non-invasive prediction of fluid responsiveness in infants using pleth variability index [J]. Anaesthesia, 2011, 66(7): 582-589
- [12] Loupec T, Nanadoumgar H, Frasca D, et al. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in critically ill patients [J]. Crit Care Med, 2011, 39(2): 294-299
- [13] Tsuchiya M, Yamada T, Asada A. Pleth variability index predicts hypotension during anesthesia induction [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2010, 54(5): 596-602
- [14] Desebbe O, Boucau C, Farhat F, et al. The ability of pleth variability index to predict the hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure in mechanically ventilated patients under general anesthesia [J]. Anesth Analg, 2010, 110(3): 792-798
- [15] Forget P, Lois F, de Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management [J]. Anesth Analg, 2010, 111(4): 910-914
- [16] Chandler JR, Cooke E, Petersen C, et al. Ansermino JM. Pulse oximeter plethysmograph variation and its relationship to the arterial waveform in mechanically ventilated children [J]. J Clin Monit Comput, 2012, 26(3): 145-151
- [17] Sebastiani A, Philippi L, Boehme S, et al. Perfusion index and plethysmographic variability index in patients with interscalene nerve catheters [J]. Can J Anaesth, 2012, 59(12): 1095-1101
- [18] Broch O, Bein B, Gruenewald M, et al. Accuracy of the pleth variability index to predict fluid responsiveness depends on the perfusion index [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2011, 55(6): 686-693
- [19] Lima A, van Genderen ME, Klijn E, et al. Peripheral vasoconstriction influences thenar oxygen saturation as measured by near-infrared spectroscopy [J]. Intensive Care Med, 2012, 38(4): 606-611
- [20] Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion [J]. Crit Care Med, 2002, 30(6): 1210-1213

(上接第 1193 页)

- [21] Verhaak RG, Hoadley KA, Purdom E, et al. Integrated genomic analysis identifies clinically relevant subtypes of glioblastoma characterized by abnormalities in PDGFRA, IDH1, EGFR, and NF1 [J]. Cancer Cell, 2010, 17(1): 98-110
- [22] Martinez-Serrano A, Bjorklund A. Ex vivo nerve growth factor gene transfer to the basal forebrain in presymptomatic middle-aged rats prevents the development of cholinergic neuron atrophy and cognitive impairment during aging [J]. Neurobiology, 1998, 95(4): 1858-1863
- [23] Cao Q, Benton RL, Whittemore SR. Stem cell repair of central nervous system injury [J]. Neuroscience, 2002, 68(5): 501-510
- [24] Yang H, Mujtaba T, Venkatraman G, et al. Region-specific differentiation of neural tube-derived neuronal restricted progenitor cells after heterotopic transplantation [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2000, 97(24): 13366-13371
- [25] Vescovi AL, Snyder EY. Establishment and properties of neural stem cell clones: plasticity in vitro and in vivo [J]. Brain Pathology, 1999, 9(3): 569-598
- [26] Riddick G, Fine H. Integration and analysis of genome-scale data from gliomas [J]. Nat Rev Neurol, 2011, 7(8): 439-450
- [27] Ihrie RA, Alvarez-Buylla A. Lake-front property: a unique germinal niche by the lateral ventricles of the adult brain [J]. Neuron, 2011, 70(4): 674-686