

· 临床研究 ·

脉搏灌注变异指数在不同容量状态下预测容量反应的效果

朱建华 嵇富海 彭科 蔡姝

【摘要】 目的 探讨急性等容血液稀释 (ANH) 和急性高容血液稀释 (AHH) 期间脉搏灌注变异指数 (PVI) 预测患者容量变化的有效性。**方法** 选取择期手术患者 30 例,男 22 例,女 8 例,年龄 18~65 岁, BMI $<30\text{ kg/m}^2$, ASA I 或 II 级。按照血液稀释的方法不同分成两组:等容血液稀释组 (ANH 组, $n=15$) 和高容血液稀释组 (AHH 组, $n=15$)。ANH 组从 5 个时点采集数据:基础值 (全麻诱导插管后)、第 1 次抽出 5% 预估血容量 (EBV)、第 2 次抽出 5% EBV、第 1 次输注同等容量的 6% 羟乙淀粉溶液 (HES)、第 2 次输注 5% EBV 的 HES; AHH 组从 3 个时点采集数据:基础值、第 1 次输注 5% EBV 的 HES、第 2 次输注 5% EBV 的 HES。记录以上时点的 PVI, 对 PVI 和不同容量状态的反应进行相关性分析。**结果** ANH 组的基础血容量与 PVI 相关性较低 ($r=0.259$, $P=0.352$); 在 ANH 放血时, 放血 5% EBV 与 PVI ($r=0.530$, $P<0.05$) 及放血 10% EBV 与 PVI ($r=0.547$, $P<0.05$) 相关性中等; 在 ANH 回输时, 回输 5% EBV 与 PVI ($r=-0.164$, $P=0.560$) 及回输 10% EBV 与 PVI ($r=-0.160$, $P=0.569$) 相关性较低。AHH 组的基础血容量与 PVI 相关性较低 ($r=0.146$, $P=0.603$); 在 AHH 扩张容量时, 扩容 5% EBV 与 PVI ($r=-0.538$, $P<0.05$) 及扩容 10% EBV 与 PVI ($r=-0.577$, $P<0.05$) 相关性中等。**结论** 不论是低容量还是高容量状态, PVI 均能够预测容量反应, 但敏感性一般。

【关键词】 脉搏灌注变异指数; 急性等容性血液稀释; 急性高容性血液稀释; 相关性

Effect of fluid responsiveness of pleth variability index predicting volume changes during different volume conditions ZHU Jianhua, JI Fuhai, PENG Ke, CAI Shu. Department of Anesthesia, Yanfu Hospital, Yancheng 224002, China

Corresponding author: CAI Shu, Email: cai-shu@yeah.net

【Abstract】 Objective To investigate the effectiveness of pulse perfusion variation index (PVI) predicting volume changes of patients during acute normovolemic hemodilution (ANH) condition and acute hypervolemic hemodilution (AHH) condition. **Methods** Thirty patients undergoing elective surgery, 22 males and 8 females, aged 18–65 years, with a BMI $<30\text{ kg/m}^2$, falling into ASA physical status I or II category, were randomly divided into two groups according to the method of hemodilution: isovolumetric hemodilution group (group ANH, $n=15$) and high volume hemodilution group (group AHH, $n=15$). The data of group ANH were collected from 5 time points: baseline value (after induction of general anesthesia), 5% estimated blood volume (EBV) for the first time, 5% EBV for the second time, equivalent capacity about 6% hydroxyethyl starch solution (HES) for the first infusion, and the second infusion of 5% EBV HES. Data of AHH group were collected from 3 time points: baseline value, first infusion of 5% EBV HES; and infusion of 5% EBV HES for the second time. The PVI at the above time points was recorded, and correlation analysis was performed between PVI and different capacity states. **Results** The basal blood volume of group ANH was not correlated with PVI ($r=0.259$, $P=0.352$). When group ANH were bled, 5% loss of blood volume and PVI ($r=0.530$, $P<0.05$), 10% loss of blood volume and PVI ($r=0.547$, $P<0.05$) had a good correlation. When group ANH were replenished capacity, 5% blood volume and PVI ($r=0.164$, $P=0.560$), meanwhile 10% blood volume and PVI ($r=0.160$, $P=0.569$) were not relevant. The basal blood volume of the group AHH was not correlated with PVI ($r=0.146$, $P=0.603$). When expansion capacity was expanded in the group AHH, expansion of 5% blood volume and PVI ($r=0.538$, $P<0.05$), expansion of 10% blood volume and PVI ($r=-0.577$, $P<0.05$) had a good correlation. **Conclusion** PVI is sensitive to predicting volume response, in both low-volume and high-capacity states.

【Key words】 Pleth variability index; Acute normovolemic hemodilution; Acute hypervolemic hemodilution; correlation

DOI:10.12089/jca.2020.01.006

作者单位: 224002 江苏省盐城市盐阜医院麻醉科 (朱建华); 苏州大学附属第一医院麻醉科 (嵇富海、彭科、蔡姝)

通信作者: 蔡姝, Email: cai-shu@yeah.net

在临床工作中,经常需要评估患者机体所处的容量状态。合理的液体治疗既可以增加心输出量(cardiac output, CO),又可以使血流动力学稳定,改善患者的预后^[1-4]。而不恰当的过度液体治疗可导致组织水肿、肺水肿等并发症,因此,正确判断患者的血容量尤为重要。目标导向液体治疗是目前液体治疗的主要方法,临床上常用的容量监测指标可在一定程度上反映机体容量状态,但预测扩容反应的准确性和敏感性不佳^[5]。近年来出现一些如收缩压变异度(systolic pressure variation, SPV)、每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)等动态指标,其预测扩容反应更加准确和敏感^[6-7],但需行有创操作。而脉搏灌注变异指数(pleth variability index, PVI)是一项新的心肺相互作用动态指标,可以无创、自动、连续监测,供临床评估容量状态^[8-9]。本研究通过观察 PVI 在骨科手术急性等容血液稀释(acute normovolemic hemodilution, ANH)和急性高容血液稀释(acute hypervolemic hemodilution, AHH)期间的变化,探讨其不同容量状态下预测容量反应的价值,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究已通过本院伦理委员会批准,所有患者签署知情同意书。选择 2015 年 12 月至 2016 年 3 月择期行骨科手术的患者,性别不限,年龄 18~65 岁, BMI<30 kg/m², ASA I 或 II 级,术前各项常规检查及心肺肝肾功能无明显异常,无水、电解质代谢障碍及酸碱平衡失调。排除标准:术前 Hb<110 g/L, Hct<30%;有严重的心、脑、肝、肾等器官疾病病史;术前存在明显血容量不足者;灰指甲、优势手外伤者;出凝血功能异常;处于妊娠期或哺乳期女性。

分组与处理 按照血液稀释的方法不同分为两组:ANH 组和 AHH 组。ANH 组分两次抽取共 10%的预估血容量(EBV)后(每次 5%的预估血容量),再使用胶体溶液[6%羟乙基淀粉溶液(HES)]分两次进行补充至基础血容量。AHH 组分两次输注,每次输注 5%EBV 的 HES,共 10%EBV 的胶体溶液进行扩容。

EBV(ml)=体重(kg)×n(女=65,男=70)。

在麻醉诱导后,调整合适的麻醉深度,血流动力学平稳以后进行血液稀释操作,完成血液稀释后开始手术。放出的血液在术中根据出血情况再回输给患者。两组均采集桡动脉血做动脉血气分析,

确定稀释后 Hct≥30%。

麻醉方法 所有患者均不使用术前用药。患者入室后仰卧位开放外周静脉,常规监测 ECG、HR、BP、SpO₂,采用 Masimo SET Radical-7 监测优势右食指 PVI。常规静脉麻醉诱导,给予地塞米松 5 mg、咪达唑仑 1~2 mg、丙泊酚 1.5~2 mg/kg、芬太尼 3~5 μg/kg 和顺式阿曲库铵 0.2 mg/kg 后气管插管,IPPV 控制通气,容量控制模式,RR 12~14 次/分, V_T 8~10 ml/kg, I:E 1:2,维持 P_{ET}CO₂ 35~40 mmHg,设定新鲜气体流量为 2 L/min, FiO₂ 60%。之后在超声引导下完成右侧颈内静脉穿刺并置管。左桡动脉穿刺并置管,连接动脉压力传感器,连续监测 MAP。麻醉维持:术中吸入 2%~3%七氟醚,维持 BIS 值在 40~60,根据需要间断追加芬太尼 0.1 mg 和顺式阿曲库铵 0.1 mg/kg。术中持续输注复方乳酸钠 4~5 ml·kg⁻¹·h⁻¹,并根据失血量补充羟乙基淀粉 130/0.4, Hb<80 g/L 时输注红细胞。术中若 HR>110 次/分,可调整麻醉深度、追加镇痛药或补充容量,必要时可静注艾司洛尔 0.5 mg/kg;若 HR<50 次/分,积极寻找原因的基础上对因处理,必要时静注阿托品 0.5 mg;若 MAP 波动幅度超过基础值的 30%,则根据情况给予麻醉深度调整、容量补充,必要时静注去氧肾上腺素 0.05~0.1 mg 或硝酸甘油 0.5 mg。

观察指标 记录 ANH 组基础值(全麻诱导插管后)、第 1 次抽出 5%EBV 后、第 2 次抽出 5%EBV、第 1 次输注等容量 6%HES 后、第 2 次输注等容量 6%HES 后的 MAP、HR、CVP、PVI 和 Hb,记录 AHH 组基础值、第 1 次输液后、第 2 次输液后的上述指标。

统计分析 采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。正态分布计量资料以均值±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方差分析。对 PVI 在不同容量状态时的反应性进行 Pearson 相关性分析。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 30 例患者,每组 15 例。两组患者性别、年龄、BMI 和 ASA 分级差异无统计学意义(表 1)。

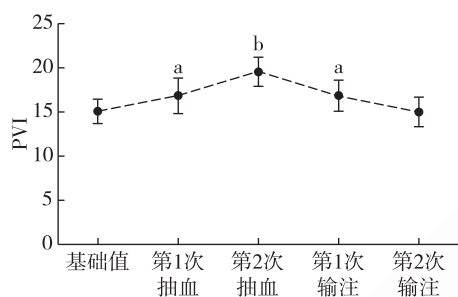
在 ANH 期间,PVI 随着血容量的减少而升高,当血容量缺失达到 EBV 的 10%时其数值达到最高值(*P* < 0.01,图 1);当血容量缺失达到 EBV 的 5%(*r*=0.530,图 2)及 10%(*r*=0.547,图 3)时,两者具有中等相关性;当血容量扩容达到 EBV 的 5%(*r*=

表 1 两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	ASA I/II级(例)
ANH 组	15	12/3	49.1±11.3	22.4±10.7	13/2
AHH 组	15	10/5	47.5±14.2	20.2±12.5	12/3

-0.164, 图 4) 及 10% ($r = -0.160$, 图 5) 时, 两者具有较低相关性。

在 AHH 期间, PVI 的数值随着容量的增加而降低, 当扩容达到 EBV 的 10% 时达到最低值 ($P < 0.01$); 当血容量扩容达到 EBV 的 5% ($r = -0.538$) 及 10% ($r = -0.577$) 时, 两者具有中等相关性(图 6)。



注: 与基础值比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$

图 1 ANH 期间 PVI 的变化

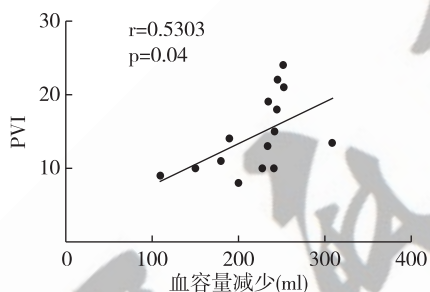


图 2 PVI 在 ANH 期间与缺失 5%EBV 的相关性

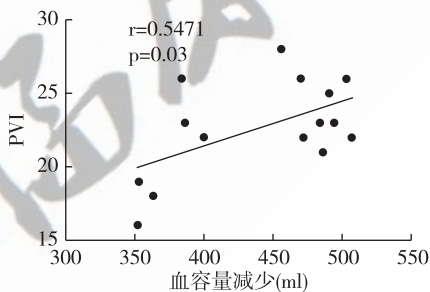


图 3 PVI 在 ANH 期间与缺失 10%EBV 的相关性

讨 论

本研究通过观察 PVI 在骨科手术 ANH 和 AHH

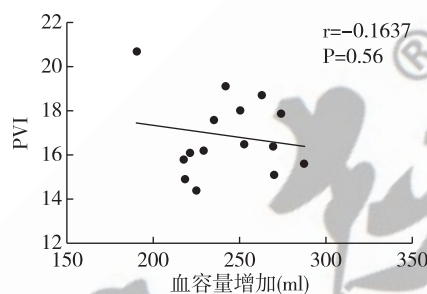


图 4 PVI 在 ANH 期间与扩容 5%EBV 的相关性

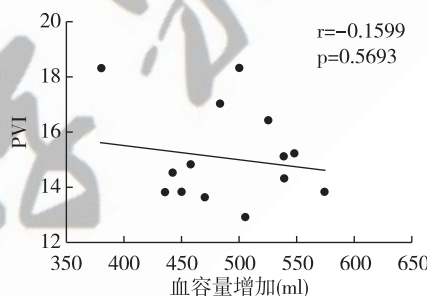
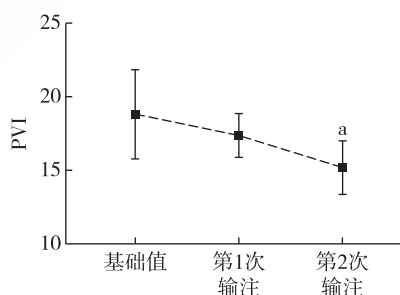


图 5 PVI 在 ANH 期间与扩容 10%EBV 的相关性



注: 与基础值比较, ^a $P < 0.01$

图 6 AHH 期间 PVI 的变化

期间的变化, 结果表明, ANH 期间, 患者放血时 PVI 与血容量变化的相关性中等, 随着容量的减少 PVI 增加; 在 AHH 时, 随着容量的增加 PVI 减少, PVI 与血容量变化的相关性中等。

围术期适当的容量治疗对于患者康复至关重要, 容量过多或过少都是有害的。个体化的目标导向液体治疗是目前最常用的方法, 选择合适的监测指标作为目标尤为重要, 既有传统的静态动力学参

数指标如 BP、CVP 等,也有动态的动力学参数指标如 SVV 等。静态参数如 BP、HR、CVP 等是以压力数值反映血管容量变化,易受心肌顺应性和胸腔内压力等因素影响^[5]。一些动态参数如 SVV 等,依赖于回心血量和胸内压之间相互作用的动态性变化计算,研究表明可以较好地预测容量反应^[6-8]。但是,这些动态指标监测往往需要有创操作和昂贵的耗材,一定程度上增加了医疗成本另外给患者造成了一定的创伤。有研究表明无创监测指标 PVI 在预测 CO 的准确性与 SVV 等有创监测相似^[9]。Coeckelenbergh 等^[10]比较了 76 例中低风险的腹部手术患者采用 PVI 或脉搏压变异度(pulse pressure variation, PPV)为目标液体导向治疗对患者预后的影响,结果发现腹部手术患者采用这两种方法进行液体导向治疗围术期并发症、住院时间、液体量差异无明显统计学意义。

PVI 是一种无创、自动、瞬时、连续监测指标,目前,国内外已有较多对 PVI 的临床研究。有研究显示以 PVI 与静态参数为目标导向治疗能减少液体输注量、减少乳酸水平等^[11-14]。并且有研究表明 PVI 指导容量治疗的特异性与敏感性比静态参数较高^[15-16]。从 Starling 压力容量曲线分析看:在开始上升支,曲线比较陡峭(表明前负荷有轻微变化可引起每搏量较大的变化),因此,这些变化可通过容量监测的方法而不是压力的方法来预测;相反,在曲线的平台期,前负荷有轻微变化可引起压力较大的变化,因此,这些变化可通过压力监测的方法来预测。

综上所述,不论是高容量还是低容量状态,PVI 均能够反映患者的容量变化,但敏感性一般。PVI 作为一种无创监测方法,可在不具备有创监测情况下使用。

参 考 文 献

- [1] Xu H, Shu SH, Wang D, et al. Goal-directed fluid restriction using stroke volume variation and cardiac index during one-lung ventilation: a randomized controlled trial. *J Thorac Dis*, 2017, 9(9): 2992-3004.
- [2] Li J, Ji FH, Yang JP. Evaluation of stroke volume variation obtained by the FloTrac/Vigileo system to guide preoperative fluid therapy in patients undergoing brain surgery. *J Int Med Res*, 2012, 40: 1175-1181.
- [3] Perel A. Perioperative goal-directed therapy with uncalibrated pulse contour methods: impact on fluid management and postoperative outcome. *Br J Anaesth*, 2017, 119(3): 541-543.
- [4] 刘畅, 饶群, 李建国, 等. 术后限制性液体管理对结肠部分切除术后患者胃肠功能恢复的影响. *中国危重病急救医学*, 2012, 24(9): 526-529.
- [5] Osman D, Ridet C, Ray P, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med*, 2007, 35(1): 64-68.
- [6] Joosten A, Coeckelenbergh S, Delaporte A, et al. Implementation of closed-loop-assisted intra-operative goal-directed fluid therapy during major abdominal surgery: a case-control study with propensity matching. *Eur J Anaesthesiol*, 2018, 35(9): 650-658.
- [7] Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA*, 2014, 311(21): 2181-2190.
- [8] Michard F, Boussat S, Chemla D, et al. Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 162(1): 134-138.
- [9] Bahlmann H, Hahn RG, Nilsson L. Pleth variability index or stroke volume optimization during open abdominal surgery: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2018, 18(1): 115.
- [10] Coeckelenbergh S, Delaporte A, Ghoundial D, et al. Pleth variability index versus pulse pressure variation for intraoperative goal-directed fluid therapy in patients undergoing low-to-moderate risk abdominal surgery: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19(1): 34.
- [11] Forget P, Lois F, de Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improve fluid management. *Anesth Analg*, 2010, 111(4): 910-914.
- [12] Cesur S, Çardaközü T, Kuş A, et al. Comparison of conventional fluid management with PVI-based goal directed fluid management in elective colorectal surgery. *J Clin Monit Comput*, 2019, 33(2): 249-257.
- [13] Demirel İ, Bolat E, Altun AY, et al. Efficacy of goal-directed fluid therapy via Pleth variability index during laparoscopic roux-en-Y gastric bypass surgery in morbidly obese patients. *Obes Surg*, 2018, 28(2): 358-363.
- [14] Yu Y, Dong J, Xu Z, et al. Pleth variability index-directed fluid management in abdominal surgery under combined general and epidural anesthesia. *J Clin Monit Comput*, 2015, 29(1): 47-52.
- [15] 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. *Anesth Analg*, 2010, 110(3): 792-798.
- [16] Eskesen TG, Wetterslev M, Perner A. Systematic review including re-analyses of 1148 individual data sets of central venous pressure as a predictor of fluid responsiveness. *Intensive Care Med*, 2016, 42(3): 324-332.

(收稿日期:2018-07-28)