

- py(LLLT) in oral mucositis; what have we learned from randomized studies and meta-analyses[J]. Photomed Laser Surg, 2012, 30(4):191-192.
- [7] Aprile G, Ramoni M, Keefe D, et al. Application of distance matrices to define associations between acute toxicities in colorectal cancer patients receiving chemotherapy [J]. Cancer, 2008, 112(2):284-292.
- [8] 邢华英, 裴忠玲. 急性放射性口腔黏膜炎的管理[J]. 中国社区医师: 医学专业, 2012, 14(31):15-16.
- [9] Cheng KK, Lee J, Leung S F, et al. Use of Rasch analysis in the evaluation of the Oropharyngeal Mucositis Quality Of Life Scale[J]. Nurs Res, 2011, 60(4):256-263.
- [10] Eilers J, Million R. Clinical update: prevention and management of oral mucositis in patients with cancer[J]. Semin Oncol Nurs, 2011, 27(4):1-16.
- [11] Quinn B, Potting CM, Stone R, et al. Guidelines for the assessment of oral mucositis in adult chemotherapy, radiotherapy and haematopoietic stem cell transplant patients[J]. Eur J Cancer, 2008, 44(1):61-72.
- [12] 徐慧颖, 李亚洁, 赵洁, 等. 口腔黏膜炎评估量表及其应用研究[J]. 护理研究, 2008, 22(32):2917-2918.
- [13] Potting CM, Blijlevens NA, Donnelly JP, et al. A scoring system for the assessment of oral mucositis in daily nursing practice[J]. Eur J Cancer Care (Engl), 2006, 15(3):228-234.
- [14] 罗云, 娄世锋. 谷氨酰胺防治血液肿瘤化疗后口腔炎的临床观察[J]. 重庆医学, 2009, 38(16):2038-2039.
- [15] Bardy J, Molassiotis A, Ryder WD, et al. A double-blind, placebo-controlled, randomised trial of active manuka honey and standard oral care for radiation-induced oral mucositis[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2012, 50(3):221-226.
- [16] Farrington M, Cullen L, Dawson C. Assessment of oral mucositis in adult and pediatric oncology patients: an evidence-based approach[J]. ORL Head Neck Nurs, 2010, 28(3):8-15.
- [17] Zanin T, Zanin F, Carvalhosa AA, et al. Use of 660-nm diode laser in the prevention and treatment of human oral mucositis induced by radiotherapy and chemotherapy[J]. Photomed Laser Surg, 2010, 28(2):233-237.
- [18] Eilers J, Epstein JB. Assessment and measurement of oral mucositis[J]. Semin Oncol Nurs, 2004, 20(1):22-29.
- [19] Gibson F, Auld EM, Bryan G, et al. A systematic review of oral assessment instruments: what can we recommend to practitioners in children's and young people's cancer care[J]. Cancer Nurs, 2010, 33(4):1-19.
- [20] Quinn B, Potting CM, Stone R, et al. Guidelines for the assessment of oral mucositis in adult chemotherapy, radiotherapy and haematopoietic stem cell transplant patients[J]. Eur J Cancer, 2008, 44(1):61-72.
- [21] Stiff PJ, Erder H, Bensinger WI, et al. Reliability and validity of a patient self-administered daily questionnaire to assess impact of oral mucositis (OM) on pain and daily functioning in patients undergoing autologous hematopoietic stem cell transplantation (HSCT) [J]. Bone Marrow Transplant, 2006, 37(4):393-401.
- [22] Kushner JA, Lawrence HP, Shoval I, et al. Development and validation of a Patient-Reported Oral Mucositis Symptom (PROMS) scale[J]. J Can Dent Assoc, 2008, 74(1):59.
- [23] Ohrn KE, Wahlin YB, Sjoden PO. Oral status during radiotherapy and chemotherapy: a descriptive study of patient experiences and the occurrence of oral complications [J]. Support Care Cancer, 2001, 9(4):247-257.
- [24] 徐慧颖, 李亚洁, 赵洁, 等. 口腔黏膜炎评估量表及其应用研究[J]. 护理研究, 2008, 22(11):2917-2918.
- [25] Quinn B, Stone R, Uhlenhopp M, et al. Ensuring accurate oral mucositis assessment in the european group for blood and marrow transplantation prospective oral mucositis audit[J]. Eur J Oncol Nurs, 2007, 11(Suppl 1):10-18.
- [26] Cheng KK, Lee V, Li CH, et al. Oral mucositis in pediatric and adolescent patients undergoing chemotherapy: the impact of symptoms on quality of life[J]. Support Care Cancer, 2012, 20(10):2335-2342.

(收稿日期:2013-03-10 修回日期:2013-05-22)

• 综 述 •

## 胸腔电生物阻抗血流动力学监测技术在临床麻醉的应用进展

黄建辉<sup>1</sup>综述, 张兴安<sup>2</sup>审校

(1. 广州医学院荔湾医院麻醉科 510170; 2. 广州军区总医院麻醉科 510010)

关键词: 血流动力学; 麻醉; 胸腔电生物阻抗

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.26.042

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2013)26-3182-03

胸腔电生物阻抗(thoracic electrical bioimpedance, TEB)血流动力学监测技术是一种基于胸阻抗血流图(impedance cardiogram, ICG)的间接测量方法, 利用心脏射血所引起的胸

部血流阻抗的改变来计算每搏射血输出等血流动力学参数, 包括: 每搏输出量/每搏输出量指数(SV/SVI)、心输出量/心脏指数(CO/CI)、外周血管阻力/外周血管阻力指数(SVR/SVRI)、

左心室做功/左心室做功指数(LCW/LCWI)、左心室射血时间(LVET)、收缩时间比率(STR)、加速指数(ACI)及胸部液体容积(TFC)等。TEB技术具有无创、安全、可靠、费用低、连续性和可重复性好等特点,与经肺动脉导管温度稀释法(PAC)所测得的CO值有良好的相关性<sup>[1-2]</sup>。其可重复性优于PAC法。最早用于研究失重状态对宇航员的心脏功能的影响<sup>[3-4]</sup>,近年来,逐步应用于临床麻醉和各类手术患者的血流动力学监测。现就其在临床麻醉和手术中的应用及进展作一综述。

### 1 剖宫产手术

剖宫产围术期受妊娠期的生理改变、体位、子宫收缩、麻醉及输液等因素影响,血流动力学变化较为复杂,血压和心率等传统的血流动力学指标通常并不能准确、全面地反映产妇的血流动力学状态。Tihonen等<sup>[5]</sup>用TEB监测系统观察腰麻下剖宫产产妇血流动力学变化,研究对象包括健康产妇及并发心脏病产妇,发现胎儿取出后2min内,CI增加47%,SVRI下降39%,而血压则基本维持不变。

在剖宫产手术过程中,经常需要使用子宫收缩和血管活性药物,这些药物可引起产妇短时间内血流动力学的剧烈波动,连续的血流动力学监测可以为药物的合理选择和使用提供有力的依据。Yoon等<sup>[6]</sup>利用TEB监测系统研究药物对剖宫产低血压的预防作用,发现苯肾上腺素合用胃长宁比单独使用能更有效地维持产妇心率(HR)和CI的稳定,从而能更好地预防腰麻引起的低血压。妊娠期由于生理改变、并发症及个体差异,产妇对药物的心血管反应不尽相同。一项关于缩宫素对重度子痫前期剖宫产血流动力学影响的研究表明,使用缩宫素后2min内产妇SVR、MAP下降,而CO、SV增加,HR增快<sup>[7]</sup>。

TFC是胸腔大血管流量变化的间接结果,反映人体胸腔液体的总量,TFC的监测可为术中输液提供有效的依据。陈中刚等<sup>[8]</sup>通过监测TFC数据发现:在剖宫产过程中,给予产妇1000mL左右的输血量能够减轻腰-硬联合麻醉引起外周血管扩张的影响,保持胸腔液体量的稳定,有助于围术期血流动力学的稳定;同时避免过量扩容导致麻醉平面消退后引起的液体负荷过重的危险。

### 2 腹腔镜手术

腹腔镜手术对人体血流动力学的影响主要与气腹后腹腔内压力及气体吸收有关。气腹后短时间内心排量明显降低,但随着CO<sub>2</sub>吸收引起的高碳酸血症,儿茶酚胺释放及血管紧张素等分泌增加,使心肌收缩力增强,心排量随之升高;外周血管收缩,阻力增大。Dawlatly<sup>[9]</sup>以TEB监测系统观察腹腔镜手术中肥胖患者的血流动力学变化,结果显示气腹后CO、CI明显低于气腹前及放气腹后水平,SVR则显著高于气腹前,且在放气腹后仍持续较高的水平。这说明气腹后腹腔内压力增高和CO<sub>2</sub>吸收引起的高碳酸血症对血流动力学的影响不是相互独立的,2种因素相互作用使患者血流动力学的变化更为复杂。气腹初期高气腹压力可能起主导作用,而随着气腹时间的延长,高碳酸血症的作用则可能占主导<sup>[10]</sup>。

腹腔镜手术中为了更好地暴露术野或便于操作,常采用一些特殊体位,而体位的改变对气腹后患者的血流动力学也有一定的影响。Falabella等<sup>[11]</sup>的研究显示气腹后头低臀高位可使患者SV、MAP及SVR明显升高。

近年来,非气腹腹腔镜手术逐步应用于临床,其采用各种腹壁提拉器辅助暴露腹腔内手术部位,可避免气腹引起的循

环、呼吸改变及并发症,但由于其术野暴露常不够充分,仍无法完全取代传统的气腹腹腔镜术式<sup>[12-13]</sup>。TEB系统因其无创、简便、重复性好等优点非常适合于这种微创手术的血流动力学监测。

### 3 冠状动脉手术

非体外循环下不停跳冠状动脉搭桥术(off-pump coronary artery bypass, OPCAB)是心脏外科近年来新兴技术,这一技术的应用使患者减少了一些由于体外循环带来的不良后果。但是,在搭桥过程中为了充分暴露靶血管,需要搬动心脏、装置心脏冠状动脉固定器及暂时阻断靶血管等,这些操作均会影响心脏功能和血流动力学稳定。

OPCAB术中对心脏的翻转提升可使心脏血流方向、左右心室负荷及心脏本身的供血发生改变。阻断冠状动脉引起的心肌缺血及手术操作对心脏的挤压可使CI骤降,肺动脉压(PAP)剧升<sup>[14]</sup>。在多支病变冠脉搭桥手术中,心脏位置改变较频繁,每次翻动的时间较短,传统的热稀释法监测常来不及反映瞬间的血流动力学变化,因而使测定的准确性受到一定影响。胸腔生物电阻抗法传感器发出的交流电信号是顺着主动脉内的血流而不是沿皮肤表面传导,开胸切口并不会影响电传导,因此开胸不会影响仪器的准确性<sup>[15]</sup>。TEB监测仪能直接显示瞬间的阻抗变化,即时测定患者的CO、SVR、ACI及TFC等参数。这些参数有助于麻醉者及时了解患者术中中心脏泵血功能,并可为术中用药和输液提供有价值的依据。

### 4 休克患者手术

休克是强烈的致病因子作用于机体引起的全身危重病理过程,临床常见的急诊手术的休克类型主要是低血容量型和感染型休克。积极的液体复苏、改善微循环及组织供氧是休克患者抢救的关键。早期的心输出量监测可使创伤患者术前及术中复苏治疗更加精确化和具有客观性<sup>[16]</sup>。中心静脉压和肺动脉楔压是指导围术期补液的可靠指标,能够较准确地反映血容量,但无法确切反映细胞外液容量,且是有创性的<sup>[17]</sup>。TEB系统提供的CO及TFC等参数,可准确、动态地反映患者心功能及组织灌注情况。Asensio等<sup>[16]</sup>对125例创伤性休克患者同时进行PAC法和TEB技术血流动力学监测,结果显示2种方法测得的CO存在13%~19%的偏差,但TEB监测系统提供的数据的连续性足以弥补这种较小的偏差,无创监测因方便快捷、安全及费用低更适用于创伤性休克患者。

### 5 老年患者手术

老年患者的心功能储备明显较青壮年患者低,尤其伴发心血管疾病的老年患者,对手术和麻醉的耐受能力更脆弱,而且个体差异特别大。因此,老年患者的麻醉方案及药物的选择应强调个体化,而个体化的方案有赖于对各类药物的药代学与药动学的掌握以及术中连续有效的监测、反馈,其中血流动力学的监测至关重要。Zorko等<sup>[18]</sup>应用TEB系统观察老年患者腰麻后的血流动力学变化,发现头低臀高位、输注乳酸林格氏液或6%羟乙基淀粉能有效预防腰麻引起的CO降低。国内有学者应用TEB系统监测不同药物或不同靶控浓度同一药物用于老年冠心病患者及气管插管全麻诱导期间的老年危重病患者,结果显示该系统能准确方便地反映患者的血流动力学变化<sup>[19-20]</sup>。

老年患者血液流速缓慢,有创穿刺可能增加下肢静脉血栓形成的概率,TEB监测则可避免这种风险<sup>[21]</sup>。Yoshie<sup>[22]</sup>比较

3 种无创及微创血流动力学监测用于全身麻醉老年患者, 结果表明 ICG 监测与其他 2 种方式有良好的相关性。

## 6 其他

TEB 监测还可用于肥胖患者、鼻内镜、前列腺、下肢手术及门诊短小手术等。有学者还将 TEB 监测系统应用于小儿手术, 结果表明该系统能良好地反映全麻诱导及体位改变对患儿的血流动力学影响<sup>[23]</sup>。随着技术的进步及监测系统性能的提高, TEB 技术在麻醉和手术中的应用将越来越广泛。

TEB 血流动力学监测具有安全无创、操作简便、结果准确、实时连续等特点, 能及时提供手术患者的血流动力学信息, 在临床麻醉和手术中有重要的应用价值。然而, TEB 系统也受到一些因素影响, 如术中电刀电凝的干扰、胸腔积液及心脏瓣膜病等因素均有可能影响监测结果的准确性。因此, TEB 法尚不能完全取代 PAC 法等有创监测技术。此外, 在麻醉及手术中如何科学有效地利用其提供的各项参数分析病情、指导用药及合理调控仍需进一步探索。

## 参考文献:

- [1] Gujjar AR, Muralidhar K, Banakal S, et al. Non-invasive cardiac output by transthoracic electrical bioimpedance in post-cardiac surgery patients; comparison with thermodilution method[J]. *J Clin Monit Comput*, 2008, 22(3): 175-180.
- [2] Scherhag A, Kaden JJ, Kentschke E, et al. Comparison of impedance cardiography and thermodilution-derived measurements of stroke volume and cardiac output at rest and during exercise testing[J]. *Cardiovasc Drugs Ther*, 2005, 19(2): 141-147.
- [3] Van De Water JM, Miller TW, Vogel RL, et al. Impedance cardiography: The next vital sign technology[J]. *Chest*, 2003, 123(6): 2028-2033.
- [4] Parry SW, Norton M, Pairman J, et al. Impedance cardiography: a role in vasovagal syncope diagnosis[J]. *Age Ageing*, 2009, 38(6): 718-723.
- [5] Tihtonen K, Koobi T, Yli-Hankala A, et al. Maternal hemodynamics during cesarean delivery assessed by whole-body impedance cardiography[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2005, 84(4): 355-361.
- [6] Yoon HJ, Cho HJ, Lee IH, et al. Comparison of hemodynamic changes between phenylephrine and combined phenylephrine and glycopyrrolate groups after spinal anesthesia for cesarean delivery[J]. *Korean J Anesth*, 2012, 62(1): 35-39.
- [7] 陈裕中, 詹鸿. 缩宫素对重度子痫前期患者行剖宫产过程中血流动力学的影响[J]. *临床医学工程*, 2011, 18(3): 351-353.
- [8] 陈中刚, 庞红宇, 池信锦. BioZ. com 监测腰-硬联合麻醉下剖宫产产妇产的血流动力学变化[J]. *实用医学杂志*, 2007, 23(18): 2850-2852.
- [9] Dawlatly AA. Hemodynamic profile during laparoscopic cholecystectomy versus laparoscopic bariatric surgery: the impact of morbid obesity[J]. *Middle East J Anesthesiol*, 2007, 19(1): 51-60.
- [10] 邓玉萍, 黄焕森. 腹腔镜手术中不同气腹压力对老年患者血流动力学及血气的影响[J]. *临床麻醉杂志*, 2011, 27(8): 741-743.
- [11] Falabella A, Moore-Jeffries E, Sullivan MJ, et al. Cardiac function during steep trendelenburg position and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum for robotic-assisted prostatectomy: a trans-oesophageal doppler probe study[J]. *Int J Med Robot*, 2007, 3(4): 312-315.
- [12] Kihara K, Kawakami S, Fujii Y, et al. Gasless single-port access endoscopic surgery in urology: minimum incision endoscopic surgery[J]. *Int J Urol*, 2009, 16(10): 791-800.
- [13] 刘迁, 张智明, 赵兴文. 腹壁悬吊式免气腹单孔腹腔镜术研究进展[J]. *重庆医学*, 2011, 40(33): 3418-3421.
- [14] Omae T, Kakihana Y, Mastunaga A, et al. Hemodynamic changes during off-pump coronary artery bypass anastomosis in patients with coexisting mitral regurgitation; improvement with milrinone[J]. *Anesth Analg*, 2005, 101(1): 2-8.
- [15] 曲向东, 岳云. 非停跳冠状动脉搭桥手术中胸腔阻抗法监测心输出量的应用[J]. *山东医药*, 2010, 50(4): 64-65.
- [16] Asensio JA, Petrone P, Wo CJ, et al. Noninvasive hemodynamic monitoring of patients sustaining severe penetrating thoracic, abdominal and thoracoabdominal injuries for early recognition and therapy of shock[J]. *Scand J Surg*, 2006, 95(3): 152-157.
- [17] Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, et al. A rational approach to perioperative fluid management[J]. *Anesthesiol*, 2008, 109(4): 723-740.
- [18] Zorko N, Kamenik M, Starc V, et al. The effect of Trendelenburg position, lactated Ringer's solution and 6% hydroxyethyl starch solution on cardiac output after spinal anesthesia[J]. *Anesth Analg*, 2009, 105(2): 655-659.
- [19] 袁治国, 吕黄伟, 马虹. 无创阻抗心动图对老年冠心病病人全麻诱导的血流动力学评价[J]. *中国血液流变学杂志*, 2007, 17(3): 416-418.
- [20] 谢文吉, 赵桀, 谢文钦, 等. 无创心排血量监测仪对危重病人七氟醚麻醉诱导的监测[J]. *中国伤残医学*, 2011, 19(3): 17-18.
- [21] Kujur R, Rao SM, Badwaik G, et al. Thrombosis associated with right internal jugular central venous catheters: a prospective observational study[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2012, 16(1): 17-21.
- [22] Yoshie K. Comparison of three kinds of less invasive cardiac output measuring systems in aged patients[J]. *Masui*, 2008, 57(12): 1485-1493.
- [23] Kardos A, Foldesi C, Nagy A, et al. Trendelenburg positioning does not prevent a decrease in cardiac output after induction of anaesthesia with propofol in children[J]. *Acta Anaesth Scand*, 2006, 50(7): 869-874.