

两种方法评估冠状动脉旁路移植术患者心脏收缩功能的比较

缪娟娟, 史宏伟*, 王振红, 赵雅梅, 葛亚力, 魏海燕

(南京医科大学附属南京医院麻醉科, 江苏 南京 210006)

[摘要] **目的:**评估经食管超声心动图(TEE)左室流出道(LVOT)测量心脏排血量(CO_{LVOT})和经 Swan-Ganz 肺动脉导管测量心脏排血量(CO_{PAC})的一致性及其与左室射血分数(LVEF)、左室面积变化分数(LVFAC)、右室射血分数(RVEF)之间的相关性。**方法:**择期行冠状动脉旁路移植术的患者 12 例,性别不限,年龄 18~70 岁,体重 56~84 kg,ASA 分级 II 或 III 级,术前 NYHA 心功能分级 II 级或 III 级。麻醉诱导及术中维持均采用全静脉麻醉。麻醉诱导气管插管后置入 Swan-Ganz 肺动脉导管并放置 TEE 探头,于插管后(T_0)、停止体外循环转机后或非体外循环手术血管吻合完成后 15 min(T_1)、30 min(T_2)和 60 min(T_3)的数据。统计分析采用 Bland-Altman 一致性检验和 Pearson 相关系数检验。**结果:** CO_{PAC} 为 (4.82 ± 1.32) L/min, CO_{LVOT} 为 (4.57 ± 1.30) L/min,两者具有良好的相关性($r = 0.655, P < 0.001$), CO_{PAC} 和 CO_{LVOT} 的偏差为 0.28 L/min (95%CI 为 $-0.04 \sim 0.60$ L/min),一致性界限为 $-1.90 \sim 2.46$ L/min。LVEF 与 LVFAC 呈正相关($r = 0.662, P < 0.001$),而与 RVEF 无相关性($r = -0.218, P > 0.05$)。LVEF 与 LVFAC 偏差为 15.36% (95%CI 为 12.46%~18.29%),一致性界限为 4.68%~35.43%,LVEF 与 RVEF 的偏差为 34.40% (95%CI 为 29.69%~39.10%),一致性界限为 $-2.01\% \sim 66.78\%$ 。**结论:**TEE 经左室流出道测量心脏排血量和 Swan-Ganz 肺动脉导管测量心脏排血量之间有较强的相关性但一致性较差,TEE 和 PAC 不能互相替代,而左室射血分数与左室面积变化分数之间存在明显偏差但有较好的相关性。

[关键词] 经食道超声心动图;心排血量;肺动脉导管;左室流出道;射血分数;面积变化分数

[中图分类号] R445.1

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2014)07-981-05

doi: 10.7655/NYDXBNS20140726

Comparison of two methods for determining cardiac systolic function in patients undergoing coronary artery bypass grafting

Miao Juanjuan, Shi Hongwei*, Wang Zhenhong, Zhao Yamei, Ge Yali, Wei Haiyan

(Department of Anesthesiology, Nanjing First Hospital Affiliated to NJMU, Nanjing 210006, China)

[Abstract] **Objective:** To determine if the cardiac output (CO) measured by transesophageal echocardiography (TEE) through the left ventricular outflow tract (LVOT) is consistent with that measured by pulmonary artery catheter (PAC). The correlation between left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular fractional area change (LVFAC) and right ventricular ejection fraction (RVEF) was analyzed. **Methods:** Twelve patients with ASA II~III (NYHA II or III), aged 18~70 years, weighing 46~72 kg and undergoing coronary artery bypass grafting were studied. Anesthesia induction and intraoperative maintenance were performed by intravenous anesthesia. After tracheal intubation, the Swan-Ganz catheter and TEE probe were placed. The data were measured and recorded after tracheal intubation (T_0), 15 (T_1), 30 (T_2) and 60 (T_3) min after termination of cardiopulmonary bypass (CPB) or finished vascular anastomosis in off-pump CABG. Statistical analysis was performed by Bland-Altman plot and Pearson correlation coefficient method. **Results:** CO_{PAC} was (4.82 ± 1.32) L/min and CO_{LVOT} was (4.57 ± 1.30) L/min. CO_{LVOT} was highly correlated with CO_{PAC} ($r = 0.655, P < 0.001$). The bias between CO_{PAC} and CO_{LVOT} was 0.28 L/min (95%CI: $-0.04 \sim 0.60$ L/min), and limits of agreement were $-1.90 \sim 2.46$ L/min. LVEF was positively correlated with LVFAC ($r = 0.662, P < 0.001$), while it was not significantly correlated with RVEF ($r = -0.218, P > 0.001$). The bias between LVEF and LVFAC was 15.36% (95%CI: 12.46%~18.29%), and limits of agreement was 4.68%~35.43%, while that between LVEF and RVEF was 34.40% (95%CI: 29.69%~39.10%), and limits of agreement was $-2.01\% \sim 66.78\%$. **Conclusion:** The results showed that CO measured by TEE through the LVOT was significantly

[基金项目] 南京市卫生青年人才培养工程(第一层次)[宁卫科(2011)42号]

*通信作者(Corresponding author), E-mail: mdshw@163.com

correlated but poorly consistent with that measured by Swan-Ganz PAC. Both methods for CO measurement cannot replace each other. Moreover, there was an obviously bias but a good correlation between LVFAC and LVEF.

[Key words] transoesophageal echocardiography; cardiac output; pulmonary artery catheter; left ventricular outflow tract; ejection fraction; fractional area change

[Acta Univ Med Nanjing, 2014, 34(07): 981-985, 990]

心脏排血量(CO)和射血分数(EF)是反映心脏收缩功能的重要指标。传统测量CO的方法是应用Swan-Ganz肺动脉漂浮导管热稀释法,同时可以测得右室射血分数(RVEF)、右室舒张末期容积(RVEDV)等数据,但该方法创伤大、并发症多,大大限制了其临床应用。近年来,经食管超声心动图(TEE)已普遍应用于心脏外科手术中。对术中心脏功能进行实时监测,既可以代替部分肺动脉导管的功能,减少肺动脉导管的使用频率,又能即时评估手术前后的心脏功能和手术疗效等,更好地指导麻醉医师的临床工作^[1-2]。

本研究拟在行冠状动脉旁路移植手术(CABG)的患者中,在相同时间点上,分别通过TEE和Swan-Ganz肺动脉漂浮导管方法测量CO和EF,比较这两种方法的一致性和可靠性,为快速评估心脏功能和临床工作提供参考。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。选择自2013年5~6月,择期行CABG的患者12例,男10例,女2例;年龄18~70岁,平均年龄为(66.58 ± 10.31)岁;体重56~84 kg,平均体重(69.17 ± 8.65)kg;身高150~175 cm,平均身高(165.33 ± 7.58)cm。ASA II级或III级,术前NYHA 2级或3级,术前EF ≥ 45%,均无明显的肝、肾等重要脏器功能障碍和严重合并症。术前未使用正性肌力药物,并无使用TEE和Swan-Ganz漂浮导管的禁忌证。

1.2 方法

1.2.1 麻醉方法

术前禁饮食8 h,麻醉诱导前0.5 h肌注苯巴比妥钠0.1 g和东莨菪碱0.3 mg。所有患者入手术室后,常规监测心率(HR)、脉搏血氧饱和度(SpO₂)、无创血压(NIBP)。建立静脉通路,静注咪唑安定0.05~0.10 mg/kg,丙泊酚1.5~2.0 mg/kg,舒芬太尼1 μg/kg,罗库溴铵0.6~1.0 mg/kg,行全身麻醉诱导后气管插管,机械通气V_T 8~10 ml/kg、呼吸频率

(RR)10~14次/min,维持呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)在35~45 mmHg。术中麻醉维持丙泊酚4~8 mg/(kg·h),瑞芬太尼0.2~0.4 μg/(kg·min),顺苯磺酸阿曲库铵0.3~0.4 mg/(kg·h)。劈胸骨前、体外循环开始前和体外循环停止后均适量追加舒芬太尼。

1.2.2 监测方法

患者入室后连接多功能监护仪(Agilent Anesthesia V26),监测心电图(II导联及V5导联)、SpO₂,行桡动脉或肱动脉穿刺直接监测动脉压(ABP)。全麻气管插管后,经右侧颈内静脉置入774HF75型Swan-Ganz肺动脉导管,监测肺动脉阻塞压(PAOP)、中心静脉压(CVP),连接美国产连续心排量监测仪(Vigilance II Edwards Lifesciences CCO/S_vO₂),在监护仪中输入身高、体重,连续测量心排量(CO_{PAC})和右室射血分数(RVEF)。经口插入日本TOSHIBA Aplio XG-790A超声仪的TEE多平面探头(PET-510MA,4.5~6.5 MHz),通过控制探头获取不同切面,测量并计算出左室射血分数(LVEF)、左室面积变化分数(LVFAC)和经左室流出道(LVOT)心排量(CO_{LVOT})。记录插管后(T₀时刻)、停止体外循环转机后或非体外循环下手术血管吻合完成后15 min(T₁时刻)、30 min(T₂时刻)和60 min(T₃时刻)的上述数据。

1.2.3 TEE测量相关指标的方法

1.2.3.1 TEE测量LVEF

将探头置于胃底,显示左室长轴切面,M型超声Teichholz法测量LVEF(图1A),M取样线尽量垂直于室间隔,于左室乳头肌与腱索交界处分别测量左室舒张末和收缩末内径(LVIDd和LVIDs),自动计算得到EF值。

1.2.3.2 TEE测量LVFAC

将TEE探头置于胃底,在0°~30°显示左室短轴中乳头肌水平切面,手动描记法描记该切面下左室舒张末期面积(LVEDA)和收缩末期面积(LVESA),计算出LVFAC, LVFAC=(LVEDA-LVESA)/LVEDA。将TEE体表心电图的心电电极连接患者,舒张末期时限被选在同步心电图记录的R波峰值,而

收缩末期的时限则被定为心室最小容积时 T 波的后半部分(图 1B)。

1.2.3.3 TEE 测量 CO_{LVOT}

TEE 测量左室流出道直径(D_{LVOT})是位于食管中段左室流出道观(ME LVOT view)切面,将 LOVT 放到最大内径,用内缘到内缘方法在收缩早期测主动脉瓣叶插入点处内径。测 3 次取平均值(图 1C),假设 LOVT 为圆柱形,计算 LOVT 的横截面积(S_{LVOT}), $S_{LVOT}=(\pi \times D_{LVOT}^2)/4$ 。时间速度积分(velocity time integral, VTI)是一次心动周期描记的多普勒曲线下的面积,表示一个心动周期中血流运行的距离。TEE 探头插入经胃深长轴观(deep TG long-axis view)切

面,将取样容积放在左室流出道正中近主动脉瓣处,使超声束平行于血流方向,连续描记 3~5 幅速度曲线及流速积分(图 1D)取平均值记录左室流出道血流量的速度时间积分(VTI_{LVOT}),并同时于呼气末读取相应的 MAP、CVP、PAOP。每搏输出量(stroke volume, SV) $= (VTI \times \pi \times D_{LVOT}^2)/4$, $CO = SV \times HR^{[3-4]}$ 。

1.3 统计学方法

采用 Stata10.0 统计学软件包进行处理,正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组数据的比较采用成对 t 检验,两种方法一致性分析采用 Bland-Altman 一致性检验方法,相关性分析采用 Pearson 相关系数检验。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。



A:胃底左室长轴 M 型超声 Teichholz 法测量左室射血分数(LVEF)为 71.4%;B:胃底左室短轴中乳头肌水平切面测量左室舒张末期面积(LVEDA)为 11.57 cm²;C:食管中段左室流出道观切面左室流出道直径(D_{LVOT})3 次测量值分别为 20.3、19.0、18.9 cm;D:经胃深长轴观切面左室流出道血流量的速度时间积分(VTI_{LVOT})3 次测量值(箭头所示)分别为 14.68、15.60、14.36 cm。

图 1 经 TEE 测量 LVEF、LVEDA、D_{LVOT} 和 VTI_{LVOT}

Figure 1 LVEF, LVEDA, D_{LVOT} and VTI_{LVOT} measured by TEE

2 结果

2.1 一般资料及血液动力学变化

12 例冠脉搭桥患者均顺利置入 Swan-Ganz 导管并插入 TEE 探头。患者一般资料见表 1;各时间点血流动力学资料见表 2,可见相同时间点 CO_{LVOT} 与 CO_{PAC} 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);但是相同时间点 LVEF 测量值明显高于 LVFAC 值或 RVEF 值($P < 0.05$)。

12 例患者通过 TEE 和 Swan-Ganz 肺动脉漂浮导管两种方法在 4 个时间点重复测量,每一指标共获取 48 个数据,其中,CO_{LVOT} 与 CO_{PAC} 比较差异无统

表 1 12 例患者的一般资料

Table 1 General information of 12 patients

指 标	测量值 ($\bar{x} \pm s$)
体表面积(m ²)	1.76 ± 0.15
左室流出道直径(cm)	2.02 ± 0.17
左室流出道平均截面积(cm ²)	3.22 ± 0.52
术前 EF(%)	56.0 ± 9.4
OPCABG/CABG(例)	4/8
手术总时间(h)	3.61 ± 0.15

计学意义 ($t = -1.784, P = 0.081$),LVFAC 与 LVEF 比较,LVFAC 明显小于 LVEF ($t = -10.621, P < 0.001$),RVEF 与 LVEF 比较,RVEF 明显小于 LVEF

表2 12例患者不同时间点的血流动力学资料
Table 2 Hemodynamic information of 12 patients at different time points (n=12, $\bar{x} \pm s$)

指标	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
HR(次/min)	69.6 ± 13.8	83.0 ± 7.4	81.7 ± 7.4	83.6 ± 12.2
MAP(mmHg)	71.5 ± 9.2	67.2 ± 11.5	72.7 ± 11.4	71.8 ± 9.6
CVP(mmHg)	6.4 ± 2.2	6.3 ± 3.3	7.5 ± 2.5	7.2 ± 3.5
PAOP(mmHg)	9.9 ± 2.5	10.4 ± 3.4	13.4 ± 2.7	11.7 ± 3.6
CO _{LVOT} (L/min)	3.21 ± 1.06	4.67 ± 1.27	5.48 ± 0.91	4.93 ± 0.77
CO _{PAC} (L/min)	3.74 ± 1.52	4.93 ± 1.08	5.50 ± 1.02	5.24 ± 1.00
LVEF(%)	56.1 ± 9.5 ^{ab}	68.0 ± 10.6 ^{ab}	69.2 ± 11.0 ^{ab}	68.3 ± 10.4 ^{ab}
LVFAC(%)	42.0 ± 14.7	50.3 ± 12.3	54.2 ± 8.6	53.6 ± 12.4
RVEF(%)	28.2 ± 7.9	30.3 ± 10.5	34.0 ± 9.1	31.5 ± 9.5

与LVFAC比较, ^aP<0.05;与RVEF比较, ^bP<0.05。

($t = -14.715, P < 0.001$)。

2.2 一致性及相关性分析结果

CO_{PAC}-CO_{LVOT} 的平均偏差为 0.28 L/min (95% CI: -0.04~0.60 L/min), 一致性界限为 -1.90~2.46 L/min, (CO_{PAC}+CO_{LVOT})/2 的均数为 4.71 L/min (图 2A)。

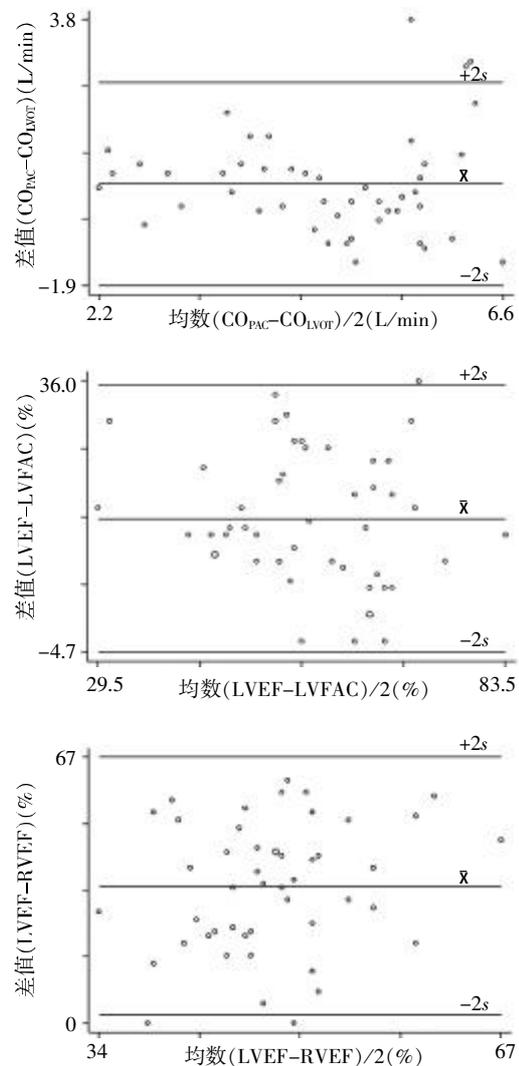
LVEF-LVFAC 的均数为 15.36% (95% CI: 12.46%~18.29%), 一致性界限为 4.68%~35.43%, (LVEF+LVFAC)/2 的均数为 57.71%(图 2B)。Pearson 相关系数 $r = 0.662, P < 0.001$ 。

LVEF-RVEF 的均数为 34.40%(95%CI:29.69%~39.10%), (LVEF+RVEF)/2 的均数为 48.20%, 一致性界限为 -2.01%~66.78 %(图 2C)。Pearson 相关系数 $r = -0.218, P = 0.136$ 。

3 讨论

TEE 属于无创监测,作为目前心血管手术中常规监测方法,可以在不影响手术的前提下连续监测心脏结构和功能的变化。本研究中,通过左室流出道测量 CO 主要是因为左室流出道的直径相对容易测量,术中同时测量左室流出道血流的 VTI,就可快速推算出心排量增加或减少。传统的通过 Swan-Ganz 肺动脉导管测定的 CO,是目前临床中测定 CO 的金标准^[5]。但是此方法价格较高且属于有创操作,同时存在相关的并发症。而且众所周知,在三尖瓣关闭不全的患者中,热稀释法测得的 CO 是低估的^[6]。经肺动脉导管测 CO 还受肺动脉温度波动的影响,当心脏手术脱离体外循环早期,由于机体各部位复温不均匀,肺动脉温度出现波动,导致测得的 CO 值不准确。Winter 等^[7]研究表明肺动脉导管临床使用的获益程度并不高,因此它的使用已经明显地减少了。

本研究采用 TEE 和 Swan-Ganz 肺动脉导管两



A: Bland-Altman 分析 CO_{PAC} 和 CO_{LVOT} 的一致性; B: Bland-Altman 分析 LVEF 和 LVFAC 的一致性; C: Bland-Altman 分析 LVEF 和 RVEF 的一致性。

图 2 CO_{PAC} 与 CO_{LVOT}、LVEF 与 LVFAC、LVEF 与 RVEF 的 Bland-Altman 分析

Figure 2 Bland-Altman plot comparing of CO_{PAC} with CO_{LVOT}, LVEF with LVFAC and RVEF

种方法分别连续测量 CO 和 EF, 所得数据用 Bland-Altman 分析其一致性, 目前此类研究报告仍比较少。Bland-Altman 分析的基本原理是计算出两种测量结果的一致性界限, 结合临床实际, 判断两种测量方法所得结果是否一致^[8-9]。本研究参考其他类似的研究^[10-11], 选择了 12 例样本通过重复测量的方法获得 48 组数据以满足统计分析的要求。

本研究中 CO_{PAC} 与 CO_{LVOT} 的差值服从正态分布, 两者的平均偏差为 0.28 L/min, 而且一致性界限较宽, 在临床上不能接受, 说明 TEE 和 Swan-Ganz 肺动脉导管两种方法测量所得 CO 值并不一致, Møller-Sørensen 等^[12]的最新研究结果与本研究结果相近, 两者平均偏差 0.22 L/min (95% CI: -0.54~0.10 L/min), 一致性界限也较宽(-1.73~1.29 L/min), 表明 TEE 法测量 CO 并不能取代 Swan-Ganz 肺动脉导管。CO_{PAC} 与 CO_{LVOT} 之间具有良好的相关性 ($r = 0.655, P < 0.001$)。如排除其中 CO_{PAC} 与 CO_{LVOT} 差值最大的 1 例患者的 4 对数据 (差值的均数为 2.88 L/min), 则 CO_{PAC} 与 CO_{LVOT} 表现为更强的相关程度 ($r = 0.825$)。Brodka 等^[13]的研究同样证明漂浮导管热稀释法和 TEE 测得的 CO 值之间有良好的相关性 ($r = 0.939$)。与本研究的结果接近, 根据 Royse 等^[12]的研究, 超声束和血流之间的夹角不应超过 20°, 否则会低估 VTI 值。考虑此患者因心脏转位等因素导致测得的所有 VTI 值均偏低, CO_{LVOT} 也相应地偏低。尽管 TEE 同样存在较大测量误差的可能, 但我们采用食管中段 LVOT 观切面多次测量取平均值, 能够较准确地测量 LVOT 的直径, 并且测量 VTI 时我们采用公认的经胃深长轴观切面尽可能地保证血流方向与超声束相互平行, 使得 CO_{LVOT} 的误差被控制在最小范围。

LVEF 与 LVFAC 的平均偏差为 15.36%, 且一致性界限较宽, 我们认为 LVEF 与 LVFAC 之间一致性较差, 而 LVEF 与 LVFAC 均能较好地反映左室的收缩功能, 两者之间具有良好的相关性 ($r = 0.662, P < 0.001$), 但两者之间差异较大, LVFAC 并不能取代 LVEF。LVEF 与 LVFAC 存在较大差异有其根本原因, LVFAC 代表左室收缩末期至舒张末期面积的变化占左室舒张末期面积的百分比, LVEF 则代表左室收缩末期射出的血量占左室舒张末期容积的百分比。测量 LVFAC 时采用二维图像面积描记法, 需完整描记心内膜, 容易造成测量误差。本研究的对象为冠心病行 CABG 的患者, 部分患者存在室壁节段性运动异常, 采用 M 型超声 Teichholz 法测量 LVEF

可能高估了这部分患者的射血分数, 对此类患者若采用 Simpson 法可能会获得更为精确的结果。而对于不存在室壁节段性运动异常的患者, M 型超声 Teichholz 法与 Simpson 法所测 EF 没有明显差异, 但 M 型超声 Teichholz 法对分辨率的要求相对较低, 测量时也无需完整清晰地描记心内膜, 用于术中评估心脏功能更加简便快捷。

而分别反映左室和右室收缩功能的 LVEF 和 RVEF 一致性较差, 两者也没有明显的相关性 ($r = -0.218, P = 0.136$)。RVEF 是右心室舒张末及收缩末容积的差值与舒张末容积之比, 是定量分析右心室收缩功能的较好指标, 与反映左心室收缩功能的 LVEF 相对独立。正常 RVEF 值范围在 40%~76%, 平均值为 (48 ± 6)%。本研究中的冠心病患者经肺动脉导管在 T₀~T₃ 时刻所测 4 次 RVEF 值表现为逐次增长趋势但均明显低于正常值, 而 CO_{PAC} 在 T₀~T₃ 时刻同为增长趋势且达正常范围。Brodka 等^[13]研究证明肺动脉导管法低估 RVEF, 因为肺动脉导管测 RVEF 常受到右室前负荷、右室收缩力和后负荷的影响。本研究中, 未同步采用食道超声测量并与之相比较, 单纯肺动脉导管所测 RVEF 值不能准确反映右心室的功能, 所以尽管冠心病患者常常存在右心功能受损, 本研究的 RVEF 值也并不能准确反映患者右心功能的受损程度。

综上所述, 通过 Swan-Ganz 漂浮导管和 TEE 经左室流出道两种方法测量的 CO 值之间具有较强的相关性但是一致性较差, LVEF 与 LVFAC 之间存在明显偏差但相关性较好, 而漂浮导管法常会低估 RVEF。

[参考文献]

- [1] 史宏伟, 徐晨婕, 杨海基, 等. 经食管超声心动图在心血管手术麻醉与监测中的应用[J]. 临床麻醉学杂志, 2003, 19(7): 409-411
- [2] Akiyama K, Arisawa S, Ide M, et al. Intraoperative cardiac assessment with transesophageal echocardiography for decision-making in cardiac anesthesia[J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2013, 61(6): 320-329
- [3] Perrino AC, Reeves ST. A practical approach to transesophageal echocardiography [M]. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: 127-134
- [4] Podolec P, Tracz W, Hoffman P. Echokardiografia praktyczna [M]. Kraków: Medycyna Praktyczna, 2005: 103-105
- [5] 庄心良, 曾因明, 陈伯玺. 现代麻醉学 [M]. 3 版. 北京:

evaluation of the i-STAT kaolin activated clotting time (ACT) test in different clinical settings in a large academic urban medical center; comparison with the Medtronic ACT Plus [J]. *Am J Clin Pathol*, 2011, 135(5): 741-748

[11] Schussler JM, Lander SR, Wissinger LA, et al. Validation of the i-STAT handheld activated clotting time for use with bivalirudin [J]. *Am J Cardiol*, 2004, 93(10): 1318-1319

[12] Koster A, Despotis G, Gruendel M, et al. The plasma supplemented modified activated clotting time for monitoring of heparinization during cardiopulmonary bypass: a pilot investigation [J]. *Anesth Analg*, 2002, 95(1): 26-30

[13] Ulmer FF, Baulig W, Bettex D, et al. Measurement of activated coagulation time in children; evaluation of the blood-saving kaolin i-STAT activated coagulation time technique in pediatric cardiac anesthesia [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25(3): 395-401

[14] Dascombe BJ, Reaburn PR, Sirotic AC, et al. The reliability of the i-STAT clinical portable analyser [J]. *J Sci Med Sport*, 2007, 10(3): 135-140

[15] Paniccia R, Fedi S, Carbonetto F, et al. Evaluation of a new point-of-care celite-activated clotting time analyzer in different clinical settings. The i-STAT celite-activated clotting time test [J]. *Anesthesiology*, 2003, 99(1): 54-59

[收稿日期] 2013-12-20

(上接第 985 页)

人民卫生出版社, 2004: 1916-1957

[6] Balik M, Plasil P, Pazout J, et al. Correlation of cardiac output measurement with transesophageal echocardiography and bolus thermodilution technique in patients with various of tricuspid regurgitation [J]. *Anesth Intensiv Med*, 2004, 15(4): 204-208

[7] Winter M, Sobkowicz B, Zajac B, et al. Value of intraoperative transoesophageal echocardiography in monitoring left ventricular function in patients undergoing elective coronary artery bypass grafting [J]. *Kardiol Pol*, 2009, 67(5): 496-503

[8] Stöckl D, Rodríguez Cabaleiro D, Van Uytvanghe K, et al. Interpreting method comparison studies by use of the bland-altman plot; reflecting the importance of sample size by incorporating confidence limits and predefined error limits in the graphic [J]. *Clin Chem*, 2004, 50(11): 2216-2218

[9] Hanneman SK. Design, analysis, and interpretation of method-comparison studies [J]. *AACN Advanced Critical Care*, 2008, 19(2): 223-234

[10] Akamatsu S, Kondo Y, Ueda N, et al. Continuous cardiac output measurement with a Doppler-equipped pulmonary artery catheter [J]. *Anesth Analg*, 2011, 112(4): 851-857

[11] 胡小菊, 史宏伟, 严金燕, 等. 食道超声心动图经二尖瓣和升主动脉测定二尖瓣置换术患者心脏指数的一致性 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2012, 32(11): 1376-1378

[12] Møller-Sørensen H, Graeser K, Hansen KL, et al. Measurements of cardiac output obtained with transesophageal echocardiography and pulmonary artery thermodilution are not interchangeable [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2014, 58(1): 80-88

[13] Brodka J, Tulecki L, Ciurysek M, et al. Thermodilution vs transesophageal echocardiography for cardiac output measurement in patients with good left ventricle function [J]. *Anaesthesiol Intens Ther*, 2010, 42(1): 15-18

[14] Royse CF, Royse AG, Blake DW, et al. Measurement of cardiac output by transesophageal echocardiography: a comparison of two doppler methods with thermodilution [J]. *Anaesth Intensive Care*, 1999, 27(6): 586-590

[15] De Simone, Wolf I, Mottl-Link S, et al. Intraoperative assessment of right ventricular volume and function [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2005, 27(6): 988-993

[收稿日期] 2013-11-21