

## · 临床研究 ·

## 非心肺转流冠状动脉旁路移植术中心脏循环效率变化趋势的分析

方英伦 李会芳 吕誉芳 王慧敏 马骏 赵丽云

**【摘要】** 目的 采用压力波形分析技术 (pressure recording analytical method, PRAM) 分析非心肺转流冠状动脉旁路移植术 (off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG) 中心脏循环效率 (cardiac cycle efficiency, CCE) 等血流动力学参数的变化趋势。方法 选择 2017 年 3—9 月拟于全麻下行择期 OPCABG 患者 43 例, 男 36 例, 女 7 例, 年龄 45~75 岁, ASA II 或 III 级, 心功能 II 或 III 级。应用 MOSTCARE 监护仪 (核心技术为 PRAM) 监测患者麻醉结束后 ( $T_1$ )、吻合前降支 ( $T_2$ )、吻合对角支 ( $T_3$ )、吻合回旋支 ( $T_4$ )、吻合后降支 ( $T_5$ )、搭桥完成后 ( $T_6$ )、术毕 ( $T_7$ ) 时的血流动力学参数, 包括 CCE、最大压力梯度 ( $dp/dt$ )、MAP、HR、心脏指数 (cardiac index, CI)、每搏指数 (stroke volume index, SVI)、心搏量变异度 (stroke volume variability, SVV)、外周血管阻力指数 (systemic vascular resistance index, SVRI)。结果 与  $T_1$  时比较,  $T_2$ — $T_6$  时 CCE 明显降低 ( $P < 0.01$ )。与  $T_1$  时比较,  $T_2$ — $T_7$  时  $dp/dt$ 、CI、SVI、SVRI 明显降低 ( $P < 0.05$ ); HR 明显增快, SVV 明显升高 ( $P < 0.05$ ), 但仍处于正常范围内。  $T_2$ — $T_6$  时 CCE 与  $dp/dt$  呈明显正相关 ( $P < 0.05$ );  $T_1$ — $T_4$ 、 $T_7$  时 CCE 与 CI、SVI 呈明显正相关, 与 SVRI 呈明显负相关 ( $P < 0.01$ );  $T_1$ 、 $T_7$  时 CCE 与 SVV 呈明显负相关 ( $P < 0.01$ )。结论 在靶血管吻合过程中, 尽管 CI、SVI、SVRI 等参数仍在正常范围, 但 CCE 却有明显降低, 且恢复较其他血流动力学参数缓慢。

**【关键词】** 非心肺转流冠状动脉旁路移植术; 心脏循环效率; 微创血流动力学; 压力波形分析技术

**Analysis of cardiac cycle efficiency in the surgical operation of off-pump coronary artery bypass grafting**  
FANG Yinglun, LI Hui Fang, LYU Yufang, WANG Huimin, MA Jun, ZHAO Liyun. Department of Anesthesiology, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing Institute of Heart, Lung and Blood Vessel Diseases, Beijing 100029, China

Corresponding author: ZHAO Liyun, Email: zhaoliyun1007@163.com

**【Abstract】 Objective** To study the variation tendency of hemodynamic parameters such as cardiac cycle efficiency (CCE) in the surgical operation of off-pump coronary artery bypass grafting using Pressure Recording Analysis Method (PRAM). **Methods** Forty-three patients for selective off-pump coronary artery bypass grafting (OPCABG), 36 males and 7 females, aged 45 - 75 years, falling into ASA physical status II or III, cardiac function grade II or III, were selected for general anesthesia from March to September 2017. The MOSTCARE monitor (core technology PRAM) was used to monitor the hemodynamic parameters at various time points. The cardiac cycle efficiency (CCE), maximum pressure gradient ( $dp/dt$ ), mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), cardiac index (CI), stroke volume index (SVI), stroke volume variability (SVV) and systemic vascular resistance index (SVRI) were monitored at the end of anesthesia ( $T_1$ ), anastomosis of anterior descending branch ( $T_2$ ), diagonal branch ( $T_3$ ), circumflex branch ( $T_4$ ), posterior descending branch ( $T_5$ ), after bypass ( $T_6$ ), and end of procedure ( $T_7$ ). **Results** Compared with  $T_1$ , CCE was significantly decreased at  $T_2$ - $T_6$  ( $P < 0.01$ ). Compared with  $T_1$ ,  $dp/dt$ , CI, SVI and SVRI were all decreased significantly at  $T_2$ - $T_7$  ( $P < 0.05$ ). HR and SVV were increased significantly at  $T_2$ - $T_7$  ( $P < 0.05$ ), but HR and SVV still stayed in the normal range. There was a positive correlation between CCE and  $dp/dt$  at  $T_2$ - $T_6$  ( $P < 0.01$ ). CCE was positively correlated with  $dp/dt$  but negatively correlated with SVRI at  $T_1$ - $T_4$  and  $T_7$  ( $P < 0.01$ ) and negatively correlated with SVV at  $T_1$  and  $T_7$  ( $P < 0.01$ ).

DOI: 10.12089/jca.2018.10.010

基金项目:北京市医院管理局临床医学发展专项经费资助(ZYLX201810)

作者单位:100029 首都医科大学附属北京安贞医院 北京市心肺血管疾病研究所麻醉科(方英伦、吕誉芳、王慧敏、马骏、赵丽云);河南大学第一附属医院麻醉科(李会芳)

通信作者:赵丽云, Email: zhaoliyun1007@163.com

**Conclusion** In the process of target vessel anastomosis, although CI, SVI, SVRI and other parameters are still in the normal range, CCE has been significantly reduced to a negative value, and at the time point of the anastomosis of posterior descending branch CCE decreases to the lowest and recovers more slowly than other hemodynamic parameters.

**【Key words】** Off-pump coronary artery bypass grafting; Cardiac cycle efficiency; Microinvasive hemodynamics; Pressure recording analysis method

心脏循环效率(cardiac cycle efficiency, CCE)是心血管系统在心脏收缩期消耗的能量与在整个心动周期消耗的能量的比值,反映整个循环系统的能量效率<sup>[1-2]</sup>。接受非心肺转流(CPB)冠状动脉旁路移植术(off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG)的患者冠状动脉病变严重,心功能较差,加之手术操作等原因,血流动力学常发生剧烈变化,且常规血流动力学参数并不能反映心脏的能量利用情况,因此,迫切需要一种监测参数反映术中的心脏情况。有研究表明,CCE的变化先于心功能的变化<sup>[1,3]</sup>,并且国内外未见CCE在OPCABG术中变化的报道。本研究应用压力波形分析技术(pressure recording analytical method, PRAM)技术,监测并分析CCE在OPCABG术中的变化情况,从而评估CCE作为术中监测参数的有效性。

### 资料与方法

**一般资料** 选择2017年3—9月本院心外科拟于全麻下行择期OPCABG患者,性别不限,年龄45~75岁,ASA II或III级,心功能II或III级。排除标准:术前左室输血分数<40%,合并严重心瓣膜病,1个月内发生过急性心肌梗死,有明显心力衰竭表现,术前使用IABP辅助。

**麻醉方法** 于手术前30 min肌内注射吗啡0.15 mg/kg使患者入室时处于嗜睡状态。入室后常规面罩吸氧(氧流量6~8 L/min),监测五导联心电图及SpO<sub>2</sub>,建立外周静脉通路,局麻下行桡动脉或者股动脉穿刺,连接MOSTCARE监护仪,监测相关参数。所有患者均行常规诱导,静脉给予咪达唑仑0.05~0.1 mg/kg、依托咪酯0.1~0.3 mg/kg、舒芬太尼1~2 μg/kg、罗库溴铵0.6 mg/kg和丙泊酚0.8~1 mg/kg。气管插管后机械通气。插管完成后,行右侧颈内静脉穿刺,置入中心静脉导管。麻醉维持:术中断静脉给予舒芬太尼0.5~1.5 μg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,间断注射罗库溴铵维持肌松,持续输注1%丙泊酚4~12 mg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,维持BIS在40~60。术中根据情况使用血管活性药,维持

MAP 60~90 mmHg。所有手术为同一组手术医师完成,手术方式均为正中开胸,取乳内动脉,然后将游离的大隐静脉在升主动脉上做近端吻合,近端吻合后再进行远端搭桥。

**观察指标** 本研究统一行桡动脉穿刺置管,置管成功后连接MOSTCARE监护仪监测血流动力学相关参数。记录血流量和阻力指数(PI)。于麻醉结束后(T<sub>1</sub>)、吻合前降支(T<sub>2</sub>)、吻合对角支(T<sub>3</sub>)、吻合回旋支(T<sub>4</sub>)、吻合后降支(T<sub>5</sub>)、搭桥完成后(T<sub>6</sub>)、术毕(T<sub>7</sub>)时记录CCE、最大压力梯度(dp/dt)、MAP、HR、心脏指数(cardiac index, CI)、每搏指数(stroke volume index, SVI)、心搏量变异度(stroke volume variability, SVV)、外周血管阻力指数(systemic vascular resistance index, SVRI)。

**统计分析** 采用SPSS 20.0软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,不同时点比较采用重复测量数据的方差分析,如不同通过“球对称”检验,则采用“球对称”系数校正后的结果。采用Person相关系数分析不同时点指标之间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

本研究共纳入43例患者,男36例,女7例,年龄(61.8±6.1)岁,身高(167.3±8.0)cm,体重(73.4±9.7)kg,左室射血分数(60.61±5.97)%。

所有患者麻醉诱导平稳,其中2例因术中心功能恶化使用IABP辅助而排除,其他患者均顺利完成手术,最终共有41例纳入分析。桥血管开通后血流量均>10 ml/min,PI<5。

与T<sub>1</sub>时比较,T<sub>2</sub>—T<sub>6</sub>时CCE明显降低( $P < 0.01$ )。与T<sub>1</sub>时比较,T<sub>2</sub>—T<sub>7</sub>时dp/dt、CI、SVI、SVRI明显降低( $P < 0.05$ );HR明显增快,SVV明显升高( $P < 0.05$ ),但仍处于正常范围内(表1)。

T<sub>2</sub>—T<sub>6</sub>时CCE与dp/dt在呈明显正相关( $P < 0.05$ );T<sub>1</sub>—T<sub>4</sub>、T<sub>7</sub>时CCE与CI、SVI呈明显正相关,与SVRI在呈明显负相关( $P < 0.01$ );T<sub>1</sub>、T<sub>7</sub>时CCE与SVV在呈明显负相关( $P < 0.01$ )(表2)。

表 1 患者不同时点血流动力学参数( $\bar{x} \pm s, n=43$ )

指标	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
CCE	0.2±0.2	-0.0±0.4 <sup>a</sup>	-0.2±0.3 <sup>a</sup>	-0.4±0.3 <sup>a</sup>	-0.8±0.7 <sup>a</sup>	-0.6±0.6 <sup>a</sup>	0.1±0.2
dp/dt	1.2±0.2	1.1±0.2 <sup>a</sup>	1.0±0.2 <sup>a</sup>	1.0±0.2 <sup>a</sup>	0.8±0.2 <sup>a</sup>	0.8±0.3 <sup>a</sup>	1.2±0.3 <sup>a</sup>
MAP(mmHg)	94.2±8.7	81.2±7.0	86.8±9.6	87.9±8.4	86.5±7.1	87.9±8.4	84.7±6.8
HR(次/分)	60.5±8.0	68.6±9.2 <sup>a</sup>	70.2±8.3 <sup>a</sup>	69.6±7.9 <sup>a</sup>	70.2±7.9 <sup>a</sup>	71.1±8.8 <sup>a</sup>	81.9±11.8 <sup>a</sup>
CI (L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	3.0±0.5	2.7±0.5 <sup>a</sup>	2.6±0.4 <sup>a</sup>	2.5±0.3 <sup>a</sup>	2.4±0.2 <sup>a</sup>	2.4±0.3 <sup>a</sup>	3.2±0.8 <sup>a</sup>
SVI(ml/m <sup>2</sup> )	50.5±8.2	39.8±9.4 <sup>a</sup>	38.0±8.4 <sup>a</sup>	36.2±9.0 <sup>a</sup>	35.5±6.6 <sup>a</sup>	35.4±8.3 <sup>a</sup>	39.1±10.5 <sup>a</sup>
SVV(%)	10.3±3.2	12.8±3.3 <sup>b</sup>	13.1±4.4 <sup>b</sup>	13.3±3.9 <sup>b</sup>	14.8±4.3 <sup>b</sup>	14.4±4.9 <sup>b</sup>	13.2±4.9 <sup>b</sup>
SVRI (dyn·s·cm <sup>-5</sup> ·m <sup>-2</sup> )	2 413.5±444.8	2 382.0±543.1 <sup>a</sup>	2 654.6±525.7 <sup>a</sup>	2 820.9±454.5 <sup>a</sup>	2 735.4±340.9 <sup>a</sup>	2 756.1±377.8 <sup>a</sup>	2 149.3±545.5 <sup>a</sup>

注:与 T<sub>0</sub> 比较, <sup>a</sup>P<0.01, <sup>b</sup>P<0.05

表 2 患者不同时点 CCE 与各血流动力学参数的相关性(n=43)

指标	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		T <sub>5</sub>		T <sub>6</sub>		T <sub>7</sub>	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
dp/dt	0.281	0.075	0.478	0.002	0.500	0.003	0.542	0.006	0.484	0.002	0.634	0.000	0.189	0.236
MAP(mmHg)	-0.061	0.706	-0.328	0.037	-0.406	0.017	-0.310	0.141	-0.063	0.703	0.204	0.202	-0.152	0.342
HR(次/分)	-0.159	0.320	-0.317	0.043	-0.188	0.295	-0.365	0.080	-0.083	0.619	-0.073	0.650	-0.307	0.051
CI(L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	0.544	0.000	0.666	0.000	0.505	0.003	0.523	0.009	-0.025	0.884	0.297	0.059	0.687	0.000
SVI(ml/m <sup>2</sup> )	0.690	0.000	0.647	0.000	0.481	0.005	0.513	0.010	0.098	0.557	0.262	0.098	0.828	0.000
SVV(%)	-0.402	0.009	-0.112	0.485	-0.234	0.190	-0.055	0.802	0.077	0.650	-0.267	0.091	-0.501	0.01
SVRI (dyn·s·cm <sup>-5</sup> ·m <sup>-2</sup> )	-0.731	0.000	-0.666	0.000	-0.606	0.000	-0.501	0.013	-0.151	0.364	-0.189	0.237	-0.818	0.000

### 讨 论

CCE 是心血管系统在心脏收缩期消耗能量与在整个心动周期消耗能量的比值,反映心脏、动脉系统、静脉系统、肺循环等整个循环系统的能量效率<sup>[1-2]</sup>。CCE 由 PRAM 技术测量得出 [CCE = (W<sub>sys</sub>/W<sub>beat</sub>) · K<sub>t</sub>], PRAM 技术是一种微创血流动力学监测技术,该技术基于微扰理论,它假设任何血管容量的改变都是由于血压变化而导致径向膨胀,基于此假设对所得到的压力轮廓形态进行分析,从而得到 SV 等血流动力学参数<sup>[1]</sup>。尽管 PRAM 为微创血流动力学技术,但是一些国外的研究证明了其监测的准确性。Giomarelli 等<sup>[11]</sup>对比了在心肺转流下行冠状动脉旁路移植术患者在麻醉诱导后 15 min、心肺转流后 30 min、进入 ICU 后 1.3 h 的血流动力学参数,结果显示 PRAM 与 ThD 具有高度一致性。Romagnoli 等<sup>[4]</sup>比较血管外科手

术中 MOSTCARE 心输出量与超声测得的心输出量,结果显示 MOSTCARE 测得的心输出量值与超声结果具有高度一致性(r = 0.80, 95% CI 0.78 ~ 0.95, P < 0.05)。

CCE 作为一个反映循环能量收支情况的参数,在国内外已有相关研究。CCE 在 -1 ~ +1 之间变化, -1 代表循环能量效率最低,而 +1 是理论上的最高水平<sup>[1]</sup>。Ea 与 Ees 的比值称为动脉-心室耦联,是反映心血管表现的一个决定性因素。健康的正常人 Ea/Ees 波动于 0.6 ~ 1.2。CCE 与动脉-心室耦联 (Ea/Ees) 呈负相关,且当 CCE < 0.12, Ea/Ees ≥ 1.3<sup>[5]</sup>。相同 SVI 水平, CCE 越高,其动脉-心室耦联越好,心肌能量代谢(耗氧量)水平越低<sup>[1,6]</sup>。国外的一项研究将超声技术与压力记录分析技术在评价左室功能上做了对比,研究纳入了 70 名重症患者,其结果是平均 LVEF 在 (53 ± 18)% 时, CCE 为 0.16 ± 0.26, 且 LVEF 与 CCE 呈线性相

关( $r = 0.88, 95\% CI 0.81 \sim 0.92, P < 0.001$ )<sup>[5]</sup>。CCE 对于预后也有一定的预测作用。有研究表明 CCE 变化先于心功能变化,并且具有预后价值<sup>[1]</sup>。国外的一项研究发现,CCE 与接受主动脉瓣置换的患者在术前,停止心肺转流后,术后 3 h 的血清 Nt-proBNP 呈负相关,在三个时点的相关度分别为  $-0.91, -0.83$  和  $-0.88 (P < 0.01)$ <sup>[7]</sup>。在一项左西孟旦治疗心力衰竭的研究中,使用 PRAM 系统监测 CCE 与 CI,对西孟旦治疗敏感与不敏感的患者,其 CI 在治疗前后变化均没有明显的变化,但是对治疗敏感的患者,其 CCE 在治疗前后呈明显升高趋势,其预后也较好,而不敏感的患者,CCE 呈下降趋势,这类患者的预后较差<sup>[8]</sup>。安贞医院小儿心外的临床观察发现,CCE 的变化与小儿心脏外科围术期并发症和不良结果有关系<sup>[9]</sup>。

OPCABG 中吻合不同靶血管对心脏的影响也不同:在吻合心脏前壁靶血管 LAD 时,由于固定器使左室受压、局部心肌收缩受限,比较容易依靠头低位增加回心血量来平衡;在吻合 DIAG 时,心脏右旋导致右心收到挤压导致右心几何结构改变以及心肌固定器对局部心肌的吸附影响;吻合回旋支时,采用 Trendelenburg 体位并向右倾斜,固定器直接压迫左室侧壁,心脏保持向前上方抬高并右旋,间接导致右室受压,造成右室舒张功能降低。Royse 等<sup>[10]</sup>用食管超声检查发现,在吻合钝缘支时右心室受压扭曲及三尖瓣部分梗阻;暴露 PDA 需要抬起心尖,心脏处于垂直位,特别是吻合 PDA 远端时,外科医师为暴露血管经常将心尖抬起甚至  $> 90^\circ$ ,心脏甚至被“折叠”,这种情况下左心和右心均会受到巨大的影响,此时常需要大剂量血管活性药来维持灌注压。由于这些因素导致血流动力学波动频繁,所以术中管理既需要维持一定的冠脉灌注压、心排量,同时还需要平衡心肌的氧供与氧耗,尽管可以使用血管活性药来提高灌注压等参数,但是仍需要有经验的麻醉科医师在直视下观察心脏,对心脏的整体状态做出主观判断。CCE 作为一个能量参数,综合各种因素的情况下量化地反映心脏收缩做功在循环系统中的效率。本研究显示,各靶血管吻合过程中 CCE 均为负值, $T_5$  时心肌氧耗最高; $T_6$  时 CCE 与  $T_5$  比较无统计学差异,其可能原因是尽管靶血管吻合完成,但是此时患者体位和心脏体位均处于水平位,失去了头低位增加回心血量的作用,而且由于搭桥过程中液体控制,心脏前负荷降低,使得此时需增加更多的后负荷来维持灌注

压,导致 CCE 仍处于较低水平。PRAM 技术可以直接计算出  $dp/dt$ ,为评价心肌收缩力提供参考,而且本研究中发现,吻合各冠脉的过程中  $dp/dt$  均降低, $T_5$  时为搭桥过程中  $dp/dt$  最低,提示在心脏直立位下对心肌收缩力影响较大。CCE 与 CI、SVI 在  $T_1-T_4, T_7$  时呈正相关,在  $T_5$  和  $T_6$  时相关性差,这说明 CI、SVI 在一定程度上能够反映心肌的能量状态,但是在心脏处于较为极端的体位及特殊状态时,CI、SVI 不能有效地反映心脏的氧耗水平。CCE 与 SVRI 在  $T_2-T_4$  时呈明显负相关,在  $T_5$  和  $T_6$  时相关性较差;CCE 在靶血管吻合过程中( $T_2-T_5$ )及靶血管全部吻合后( $T_6$ ),CCE 与  $dp/dt$  呈显著正相关,所以在  $T_2-T_4$  时应积极使用正性肌力药,减少缩血管药的使用,在  $T_5$  和  $T_6$  时在应用正性肌力药的基础上,可以加用血管活性药。CCE 与 SVV 仅在  $T_1, T_7$  时呈明显负相关,而且在其余时点相关性均较弱,其可能原因是  $T_1, T_7$  时均处于闭胸机械通气状态,SVV 数值监测准确,其他点均处于开胸状态,而且受手术操作影响较大,因此在  $T_1, T_7$  时应积极补充容量。CCE 仅在  $T_2$  时与 MAP、HR 有相关性,提示传统参数的正常不能反映心脏能量状态,通常认为 HR 增快会增加心肌氧耗,但是在本研究中的数据认为 HR 与 CCE 相关性较小,可能原因是 HR 变化在正常范围内。

综上所述,CCE 的变化规律反映 OPCABG 中不同时点心脏的能量利用情况,从量化角度反映心脏循环整体状态,指导更加合理的血管活性药应用,更好地帮助麻醉科医师维持患者术中循环的稳定。通过监测 CCE 指导血管活性药物,判断、改善心脏手术围术期预后,是未来的研究方向。

#### 参 考 文 献

- [1] Romano SM. Cardiac cycle efficiency: a new parameter able to fully evaluate the dynamic interplay of the cardiovascular system. *Int J Cardiol*, 2012, 155(2): 326-327.
- [2] Messina A, Romano SM, Bonicolini E, et al. Cardiac cycle efficiency and diastolic pressure variations: new parameters for fluid therapy: an observational study. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, 34(11): 755-763.
- [3] Onorati F, Santini F, Dandale R, et al. "Polarizing" microplegia improves cardiac cycle efficiency after CABG for unstable angina. *Int J Cardiol*, 2013, 167(6): 2739-2746.
- [4] Romagnoli S, Ricci Z, Romano SM, et al. FloTrac/Vigileo<sup>TM</sup> (third generation) and MostCare<sup>®</sup> /PRAM versus echocardiography for cardiac output estimation in vascular surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(6):

1114-1121.

[5] Scolletta S, Bodson L, Donadello K, et al. Assessment of left ventricular function by pulse wave analysis in critically ill patients. *Intensive Care Med*, 2013, 39(6): 1025-1033.

[6] Modesti PA, Gamberi T, Bazzini C, et al. Response of serum proteome in patients undergoing infrarenal aortic aneurysm repair. *Anesthesiology*, 2009, 111(4): 844-854.

[7] Scolletta S, Ranaldi G, Carlucci F, et al. Relationship between N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (Nt-pro-BNP) and cardiac cycle efficiency in cardiac surgery. *Biomed Pharmacother*, 2010, 64(8): 511-515.

[8] Giglioli C, Cecchi E, Landi D, et al. Levosimendan produces an additional clinical and hemodynamic benefit in patients with decompensated heart failure successfully submitted to a fluid removal treatment. *Congest Heart Fail*, 2012, 18(1): 47-53.

[9] 韩丁, 罗毅, 贾清彦, 等. 压力记录分析法用于小儿法洛四联症根治术中循环能量效率研究. *心肺血管病杂志*, 2016, 35(8): 623-627.

[10] Royses CF, Royses AG, Soeding PF, et al. Descending aortic pulsed wave Doppler can predict changes in cardiac output during off-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 9(5): 314-318.

[11] Giomarelli P, Biagioli B, Scolletta S. Cardiac output monitoring by pressure recording analytical method in cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, 26(3): 515-520.

(收稿日期: 2018-05-24)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》可直接使用缩略语的词汇

美国麻醉医师学会(ASA)	聚合酶链反应(PCR)	美国纽约心脏病协会(NYHA)
酶联免疫吸附试验(ELISA)	N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)	吸入氧浓度(FiO <sub>2</sub> )
γ-氨基丁酸(GABA)	血浆靶浓度(C <sub>p</sub> )	白细胞介素(IL)
效应室靶浓度(C <sub>e</sub> )	肿瘤坏死因子(TNF)	心率(HR)
血红蛋白(Hb)	血压(BP)	血小板(Plt)
收缩压(SBP)	红细胞压积(Hct)	舒张压(DBP)
红细胞计数(RBC)	心率与收缩压乘积(RPP)	白细胞计数(WBC)
平均动脉压(MAP)	体重指数(BMI)	中心静脉压(CVP)
心肺转流(CPB)	脉搏血氧饱和度(SpO <sub>2</sub> )	靶控输注(TCI)
潮气量(V <sub>T</sub> )	患者自控静脉镇痛(PCIA)	呼吸频率(RR)
患者自控硬膜外镇痛(PCEA)	呼气末二氧化碳分压(P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> )	患者自控镇痛(PCA)
动脉血二氧化碳分压(PaCO <sub>2</sub> )	呼气末正压(PEEP)	动脉血氧分压(PaO <sub>2</sub> )
间歇正压通气(IPPV)	静脉血氧分压(PvO <sub>2</sub> )	最低肺泡有效浓度(MAC)
静脉血二氧化碳分压(PvCO <sub>2</sub> )	脑电双频指数(BIS)	视觉模拟评分法(VAS)
听觉诱发电位指数(AAI)	重症监护病房(ICU)	麻醉后恢复室(PACU)
四个成串刺激(TOF)	天门冬氨酸氨基转移酶(AST)	心电图(ECG)
丙氨酸氨基转移酶(ALT)	警觉/镇静状态评定(OAA/S)	核因子(NF)
磁共振成像(MRI)	羟乙基淀粉(HES)	计算机断层扫描(CT)
伊红染色(HE)	术后认知功能障碍(POCD)	急性呼吸窘迫综合征(ARDS)