DOI:10.16016/j.1000-5404.1992.04.016

人工心肺机对 $P_{(a-E^1)}CO_2$的影响

张希龙 小柳仁* （第三军医大学新桥医院心血管外科）630037

提 要 本文观察了 34 例心脏手术患者在人工心肺机（CPB）转流前后的动脉二氧化碳分压与呼吸末二氧化碳分压之差〔$P_{(a-E^1)}CO_2$〕的变化，按转流时间长短将患者分为 3 组。各组 CPB 转流后 $P_{(a-E^1)}CO_2$均有增大趋势，且 C 组（CPB 转流 158～186min）较 A 组（CPB 转流 82～106min）相差显著（$P<0.05$）。观察结果表明：CPB 停机后 $P_{E^1}CO_2$可进一步低估 $PaCO_2$，且低估程度随 CPB 转流时间延长而增加，提示 CPB 停机后以 $P_{E^1}CO_2$代替 $PaCO_2$是不可靠的，及时的血气分析仍然很重要。

关键词 心肺转流术；体外循环；血气分析

近年来临床上常以呼吸末二氧化碳分压（$P_{E^1}CO_2$）监测动脉二氧化碳分压（$PaCO_2$），具有无创、连续和方便的优点。但也发现某些病理因素可致 $PaCO_2$与 $P_{E^1}CO_2$之差〔$P_{(a-E^1)}CO_2$〕增大[1]，需要重新估价 $PaCO_2$与 $P_{E^1}CO_2$的相关性，限制 $P_{E^1}CO_2$监测的应用范围。

由于人工心肺机（CPB）转流后肺组织均有结构及功能改变[2]，可能影响 $P_{a-E^1}CO_2$，本文观察了 34 例心脏直视手术患者术中 CPB 转流前后 $P_{a-E^1}CO_2$的变化并初步分析了转流时间长短对 $P_{a-E^1}CO_2$的影响。

1 材料和方法

选择 CPB 下行风湿性心脏病换瓣及冠状动脉搭桥手术患者共 34 例，其中男 20 例，女 14 例，年龄 26～67 岁，平均 52 岁。均为不吸烟者。按术中 CPB 转流时间分为 3 组。A 组 11 例，CPB 时间 82～106min；B 组 13 例，CPB 时间 118～147min；C 组 10 例，CPB 时间 158～186min（见表 1）。

所有患者于术前快速诱导麻醉气管插管后连接 Ohmeda 5200 型 CO_2监测仪，并以 Benett MA-1 定容型呼吸机施行机械通气，CO_2监测仪的 $P_{E^1}CO_2$检测探头与气管导管连接，连续显示 $P_{E^1}CO_2$数值。于术中 CPB 转流前 1h 和 CPB 停机后 30min 作动脉血气分析，同时记录 $P_{E^1}CO_2$值，求得 $P_{a-E^1}CO_2$。取样时患者体温为 34.3～37℃，检测数据均经温度校正。

机械通气按体重（kg）×10＋80ml（呼吸机机械死腔量），呼吸频率 18 次/min，未采用 PEEP。CPB 以常规滚动泵带 Cobe VPCML 型膜肺，于 CPB 动脉端连接 1 个 40μ 孔径的微过滤器。患者的心脏指数（CI）于 CPB 转流前为 2.1～2.4 L/m²，CPB 停机毕为 2.2～2.4L/m²。

表 1 组别及手术

组别	例数	手术			
		MVR	AVR	MAVR	CABG
A 组	11	4	4		3
B 组	13	4	1	2	6
C 组	10			4	6
总计	34	8	5	6	15

注：MVR：二尖瓣置换术
AVR：主动脉瓣置换术
MAVR：二尖瓣及主动脉瓣置换术
CABG：冠状动脉搭桥术

2 结果

所得 $P_{(a-E^1)}CO_2$值如表 2 所示：

* 日本东京女子医科大学附属日本心脏研究所心血管外科教授

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 CPB 转流前后各组 $P_{(a-E')}CO_2$ 的值 kPa($\bar{x} \pm s$)

	A 组	B 组	C 组
CPB 转流前	4.4±2.8	4.5±2.7	4.6±2.7
CPB 停机后	8.2±2.3**	10.4±3.5**	12.3±3.0**△

注：**较 CPB 转流前相差非常显著（$P<0.01$）
△较 A 组 CPB 停机后相差显著（$P<0.05$）

2.1 CPB 转流前后比较

A、B 和 C 组的 $P_{(a-E')}CO_2$ 于停机后均较 CPB 转流前显著增大（$P<0.01$）。

2.2 组间比较

CPB 转流前 3 组间 $P_{(a-E')}CO_2$ 无显著差异（$P>0.05$）。停机 30min 时 B 组较 A 组、C 组较 B 组 $P_{(a-E')}CO_2$ 有增大趋势，但差别无统计学意义（$P>0.05$）；可 C 组较 A 组的 $P_{(a-E')}CO_2$ 增大有统计学意义（$P<0.05$）。

3 讨论

$P_{E'}CO_2$ 反映了所有通气肺泡的 CO_2 分压均值，$PaCO_2$ 则反映了有血流灌注的肺泡 CO_2 分压均值，包括解剖动、静脉分流[3]。由于肺泡死腔气的稀释，$PaCO_2$ 可稍高于 $P_{E'}CO_2$，但正常人肺泡死腔量很小，故 $P_{E'}CO_2 \approx PaCO_2$[4]。某些病理因素如 CO_2 弥散障碍 $\dot{V}_A/\dot{Q}$ 比例失调和静－动脉分流（右－左分流）时，$P_{(a-E')}CO_2$ 增大，致 $P_{E'}CO_2$ 低估 $PaCO_2$[3,5,6]。全身麻醉、手术虽可使 $P_{(a-E')}CO_2$ 增大，但若血液动力学稳定，$P_{E'}CO_2$ 与 $PaCO_2$ 仍密切相关[7,8]。本文所有患者停机 30min 时 CI 较 CPB 转流前均有增加趋势，$P_{(a-E')}CO_2$ 于 CPB 停机后增大不能用肺血流量减少解释，麻醉时间长短也不能解释该现象[9]。$P_{E'}CO_2$ 及 $PaCO_2$ 的改变均与通气量大小密切相关，且机械死腔与通气量的比值增大时亦可致 $P_{E'}CO_2$ 低估 $PaCO_2$[8]。本文 34 例患者于 CPB 转流前及停机后均采用同样呼吸机及一致标准控制通气量，并无改变机械死腔量及通气量的因素存在。

CPB 术后的肺损伤可表现为肺不张、出血、水肿等类似 ARDS 的早期病变，且肺实质超微结构的改变与 CPB 转流时间长短成正相关[2]。在 CPB 术后肺损伤的诸多因素中，微栓的损伤作用可能为一重要原因[10]，它可使肺泡死腔量扩大，加之肺不张所致的肺内右－左分流增加和/或气道闭塞均可增大 $P_{(a-E')}CO_2$[1]。

本文观察结果表明：CPB 停机后 $P_{E'}CO_2$ 可进一步低估 $PaCO_2$，且低估程度随 CPB 转流时间延长而增加。提示 CPB 停机后若仍按 CPB 转流前的相关性以 $P_{E'}CO_2$ 代替 $PaCO_2$ 的监测和调节通气量，有可能引起患者的酸碱平衡失调。此时要保持 $PaCO_2$ 于正常范围，可能要维持 $P_{E'}CO_2$ 于更低的水平，及时的血气分析不可偏废。

（附：本课题完成于日本东京女子医科大学附属日本心脏研究所。）

参考文献

1. Fletcher R. Relationship between alveolar deadspace and arterial oxygen in children with congenital heart disease. Br J Anesth, 1989; 62: 168～176
2. 邓硕曾 尚延德。体外循环对肺损伤及预防。国外医学：麻醉学与复苏分册，1986；2：32
3. Lindahl SGE, Yates AP, Hatch DJ. Relationship between invasive and noninvasive measurements of gas exdhange in anesthetized infants and children. Anesthesiology, 1987; 66: 168～175
4. Miller RD. Anesthesia. New York: Church livingstone, 1981: 681
5. Fletcher R. Invasive and noninvasive measurement of the respiratory deadspace in anesthetized children with cardiac disease. Anesth Analg, 1988; 61: 442
6. Schuller JL, Bovill JG. Severe reduction in end-tidal PCO_2 following unilateral pulmonary artery occlusion in a child with pulmonary hypertension. Anesth Analg, 1989; 68: 792
7. Badwell JM, Heaver JE, Goldthorn JF. End-tidal

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

PCO_2 monitoring in infants and children ventilated with either a partial rebreathing or a non-rebreathing circut. Anesthesiology, 1987; 66: 405

8. Raemer DR, Francis D, Philip JH. Variation in PCO_2 between arterial and peak expired gas during anesthesia. Anesth Analg, 1983; 62: 1065～1069
9. Whitesell R, Asiddao C, Gollman D, et al. Relationship between arterial and peak expired CO_2 pressure during anesthesia and factors influcing the difference. Anesth Analg, 1981; 60: 508～512
10. Hinds CJ. Current management of patients after cardiopulmonary bypass. Anesthesia, 1982; 37: 170

(收稿: 1991-05-20; 修回: 1992-06-28)

Effects of artificial cardiopulmonary bypass on $P_{(a-E')}CO_2$

Zhang Xilong, Kojanagi (Department of Thoracic Surgery, Xingqiao Hospital, Third Military Medical College, Chongqing, 630037)

Abstract The difference between the arterial and the end-tidal carbon dioxide tension [$P_{(a-E')}CO_2$] was observed before and after cardiopulmonary bypass (CPB) was performed in 34 patients, who were divided into 3 groups according to the duration of CPB. It was found that there was an increase of $P_{(a-E')}CO_2$ after CPB in all the patients and the increase was more significant in Group C (CPB duration of 158 to 186 minutes) than in Group A (CPB duration of 82 to 106 minutes) ($P < 0.05$). It was also found that after the stopping of CPB, the readings of $P_{E'}CO_2$ could not accurately reflect $PaCO_2$ and usually underestimated $PaCO_2$ especially in case the duration of CPB was prolonged. These findings imply that after the stopping of CPB, the determination of $P_{E'}CO_2$ connot be used to substitute that of $PaCO_2$ since it is not reliable, and prompt gas analysis is imperative.

Key words cardiopulmonary bypass; extracorporeal circulation; blood gas analysis

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net