

DOI:10.3724/SP.J.1008.2009.01089

• 短篇论著 •

基于动脉压力波形的心排量监测法的初步应用及价值评估

Arterial pressure-based cardiac output measurement: preliminary application and assessment of outcome

包睿, 范晓华, 邓小明*, 李博, 毛佳

第二军医大学长海医院麻醉科, 上海 200433

[摘要] **目的:**与传统热稀释法测量心排量(CO)结果进行对比,评价基于动脉压力波形的心排量监测(APCO)方法监测结果的准确性;观察液体负荷下血流动力学各监测指标的敏感性。**方法:**选择ASA I~II级的骶骨肿瘤、后腹膜巨大肿瘤手术患者12例,常规麻醉诱导后,桡动脉穿刺置管,连接FloTrac传感器和Vigileo监测仪,放置肺动脉导管鞘及六腔Swan-Ganz导管。以上操作完毕后,每间隔30 min行间断心排量(ICO)测定,同时记录APCO和CCO(经Swan-Ganz导管测得的连续CO)。采用Bland-Altman分析比较各监测方法测得CO间的差异,评价APCO监测结果的准确性。手术开始前无刺激时,七氟烷维持0.8 MAC下,按理想体质量给予10 ml/kg羟乙基淀粉130/0.4氯化钠注射液(万汶),30 min内输注完毕。对比输液前后心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、肺小动脉楔压(PAWP)、每搏量变异度(SVV)、APCO、每搏量(SV)、每搏指数(SVI)等指标的变化,筛选敏感监测指标。**结果:**APCO-ICO为 (-0.11 ± 0.51) L/min,95%CI为 $-1.12 \sim 0.89$;APCO-CCO为 (0.15 ± 0.50) L/min,95%CI为 $-0.84 \sim 1.13$ 。APCO与ICO、CCO间的一致性好。快速输液前后,HR、MAP差异无统计学意义;CVP($P < 0.05$)、PAWP、SVV、APCO、SV、SVI差异有统计学意义($P < 0.01$)。**结论:**APCO与热稀释法ICO、CCO相关性好,PAWP、SVV、APCO、SV、SVI是敏感的液体负荷后血流动力学观察指标。

[关键词] 心排量;监测;容量负荷;反应性

[中图分类号] R 443

[文献标志码] B

[文章编号] 0258-879X(2009)09-1089-03

热稀释法测定心排量是目前临床中测定心排量(CO)的金标准^[1],但该方法需插入肺动脉导管,不仅对操作者技术要求和术后护理要求较高,且创伤大、费用高,并发症多,如动脉损伤、气胸、心律失常、导管打结等^[2-4],大大限制了其临床应用。基于动脉压力波形的心排量监测(APCO)技术是一种新型的微创心排量监测法,其仅需外周动脉插管,无需通过中心静脉插管也无需热稀释法注射进行校正,并可提供每搏量/每搏指数(SV/SVI)、每搏量变异度(SVV)、体循环阻力/体循环阻力指数(SVR/SVRI)等参数,有利于对循环系统状态进行精确评价^[5-7]。因此,本研究采用APCO技术对12例患者心排量进行监测,与热稀释法监测结果进行比较,并对液体负荷下血流动力学敏感指标进行筛选。

1 材料和方法

1.1 一般资料 随机选择ASA I~II级的骶骨肿瘤、后腹膜巨大肿瘤手术患者12例,男8例,女4例,年龄20~53岁,体质量 (68.0 ± 11.3) kg,身高 (166.8 ± 8.7) cm。排除合并有左、右心室功能减退,瓣膜性心脏病、严重心律失常、肺动脉高压、严重的外周血管阻塞性病变等患者。本研究经第二军医大学长海医院伦理学委员会批准,并获得患者知情同意,签署知情同意书。

1.2 麻醉方法 患者外周静脉输注乳酸钠林格液200 ml后,实施全身麻醉,同时继续以 $6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 的基础补液速度补充乳酸钠林格液。静注咪达唑仑 0.04 mg/kg 、依托咪酯 $0.15 \sim 0.2 \text{ mg/kg}$ 、芬太尼 $2 \sim 3 \mu\text{g/kg}$ 和罗库溴铵 0.9 mg/kg 进行麻醉诱导后,经口气管内插管,以潮气量 $8 \sim 10 \text{ ml/kg}$,通气频率 $8 \sim 14 \text{ 次/min}$ 维持 $P_{\text{ET}} \text{ CO}_2$ 在 $30 \sim 35 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$),不使用呼气末正压通气(PEEP),吸呼时间比例1:2。持续吸入七氟烷,间断静注芬太尼、维库溴铵维持手术麻醉。

1.3 APCO与热稀释法测定CO的对照

1.3.1 监测方法 所有患者在麻醉前(入手术室后)接心电图监护、脉搏血氧饱和度、无创血压监测。APCO监测:麻醉后,行桡动脉穿刺置管,连接FloTrac传感器和Vigileo监测仪监测。FloTrac监测动脉血压(ABP)、APCO、每搏量变异度(SVV)。传统热稀释法监测:经颈内静脉放置肺动脉导管鞘(Edwards Lifesciences),固定后放入六腔Swan-Ganz导管(Edwards Lifesciences),肺动脉导管接压力传感器,根据压力波形判断导管位置,中心静脉压(CVP)导管接压力传感器。Swan-Ganz导管监测持续心排量(CCO)、CVP、肺小动脉楔压(PAWP)、每搏量(SV)、每搏指数(SVI)。

1.3.2 CO监测数据采集 在FloTrac和Swan-Ganz导管均放置完毕后,每间隔30 min行间断心排量(ICO)测定,

[收稿日期] 2009-02-17

[接受日期] 2009-04-14

[作者简介] 包睿,硕士,讲师、主治医师。E-mail:lbriuc@gmail.com

* 通讯作者(Corresponding author). Tel:021-81873484, E-mail:deng_x@yahoo.com

方法为:关闭中心静脉导管液体 30 s 后,自中心静脉导管 4 s 内匀速注入冰生理盐水 10 ml,连续 3 次测量取平均值。取 ICO 测量前后 2 次 CCO 的平均值为该时点的 CCO,于 ICO 测量前后取该时段内所有 APCO 的平均值作为该时点的 APCO。所有 ICO 测量为同一人操作。

1.4 液体负荷下血流动力学敏感指标的筛选 在手术开始前,七氟烷维持 0.8 MAC 时,按理想体质量给予 10 ml/kg 羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(万汶),并在 30 min 内输注完毕。快速输液前后测定心率(HR)、平均动脉压(MAP),并经过 Swan-Ganz 导管测量 CVP、PAWP、SV、SVI,APCO 技术测定 APCO、SVV,评价各指标的敏感性。以上操作完成后开始手术。

1.5 统计学处理 采用 GraphPad Prism 4.0 和 SPSS 11.0 统计学软件包进行处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Bland-Altman 分析^[8-10],比较每两组测量同一时点测得 CO 的偏差,并进行正态分布拟合检验,然后计算其 95%CI。根据 95%CI 外数据点数占总点数比例以及 95%CI 内最大差值在临床的接受程度判断两者一致性。经正态分布检验后,采用配对 *t* 检验比较各血流动力学指标在快速输液前后的差异, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 APCO 检测 CO 的准确性分析 12 例患者共获取 113 组数据。APCO-ICO 差值的均数为 (-0.11 ± 0.51) L/min,95%CI 为 $-1.12 \sim 0.89$,95%CI 以外点数比例为 1.8%(2/113);APCO-CCO 差值的均数为 (0.15 ± 0.50) L/min,95%CI 为 $-0.84 \sim 1.13$,95%CI 以外点数比例为 4.4%(5/113)。APCO 与 ICO、APCO 与 CCO 的最大偏差绝对值相比于各自的均数(L/min)分别为 1.11 vs 5.94 和 1.13 vs 5.67,均在临床可接受范围内。结果(图 1)表明 APCO 与 ICO、APCO 与 CCO 之间的平均偏倚和精度是可比的。

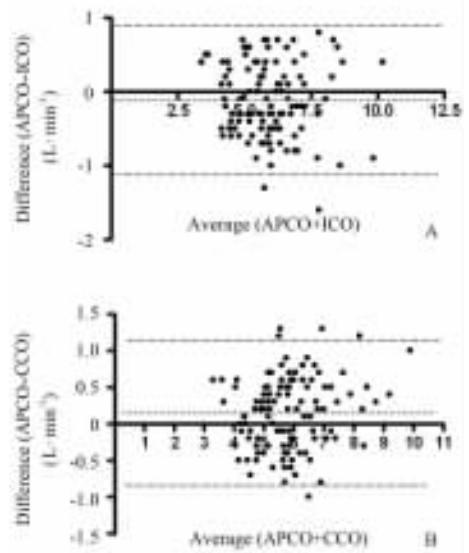


图 1 APCO 与 ICO(A)及 CCO(B)的一致性分析

2.2 液体负荷下血流动力学敏感指标的变化 快速输液前后相比,HR、MAP 变化差异无统计学意义,CVP、PAWP、SVV、APCO、SV、SVI 变化差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 0.01),但 CVP 的变化不及后 5 者显著。

表1 输液前后血流动力学指标的变化

检测指标	输液前	输液后	P 值
HR f/min^{-1}	77.3±10.2	75.7±9.2	$P=0.17$
MAP p/mmHg	68.7±8.2	70.1±6.5	$P=0.19$
CVP $p/\text{cmH}_2\text{O}$	5.0±1.8	5.8±1.1	$P<0.05$
PAWP p/mmHg	6.3±2.0	11.3±1.9	$P<0.01$
SVV(%)	11.9±2.4	5.3±1.7	$P<0.01$
APCO $V_s/(L \cdot \text{min}^{-1})$	4.9±1.2	6.3±1.0	$P<0.01$
SV V/ml	63.5±14.7	83.0±11.9	$P<0.01$
SVI ($\text{ml} \cdot \text{m}^{-2}$)	33.8±4.7	41.9±5.7	$P<0.01$

1 mmHg=0.133 kPa; 1 cmH₂O=0.098 kPa

3 讨论

APCO 技术是一项新型的基于动脉压力的微创心排血量监测法,它根据 $CO = PR \times SV$, $SV = \text{脉压标准差 } Sd(AP) \times \chi$, $Sd(AP)$ 与每搏量 (SV) 正相关的原理,运用 FloTrac 传感器,通过外周动脉(通常是桡动脉、足背动脉或股动脉)导管获得的动脉波形的上升来识别脉搏率 PR,根据人口统计学资料及血压数据和波形的特征分析得到血管顺应性常数 χ ,经由 Vigileo 心排量监护仪连续分析监测心排血量。 $Sd(AP)$ 由系统以 100 Hz 的频率对动脉压力数据采样 20 s,根据采样数据计算更新。Vigileo 监护仪对于患者血管的生理学改变进行连续的校准,不需手动热稀释法注射进行校正^[5-7]。本研究采用 Bland-Altman 分析对比了 APCO 与经典的 CCO 和 ICO 测量数据的差异,每两种测量结果的差异位于一致性界限内的比例和差值的绝对值在临床上是可以接受的^[4],因此认为 APCO 与 CCO、APCO 与 ICO 具有良好的 consistency,其结果准确可靠。

对于禁食水 8 h 以上的患者在麻醉诱导后手术开始前,维持相同的麻醉深度(0.8 MAC)下,30 min 内输注 10 ml/kg 万汶,接近总血容量的 15%,短时间内血容量有明显变化,而常用的血流动力学指标 HR、MAP 无明显变化,CVP、PAWP、SVV、APCO、SV、SVI 变化均有统计学意义,其中 PAWP、SVV 均有约 2 倍的变化,因此在全身麻醉中,更提倡使用 PAWP、SVV 等对容量变化敏感的指标进行监测。PAWP 需通过放置 Swan-Ganz 导管进行监测,创伤和风险大,测量费力费时;SVV、APCO、SV、SVI 可通过 APCO 技术直接获取,创伤性等同于普通动脉置管,其应用优势更为显著。但经 APCO 技术测定的 SVV 使用上有一定的局限性^[10-12];不能用于自主呼吸的患者,不能用于具有心律失常的患者;受到机械通气的影响,因此设定不同的潮气量会影响 SVV 的阈值;当潮气量小于 8 ml/kg 时,不能作为预测液体治疗效果的指标;若患者伴肺源性心脏病,SVV 的诊断价

值尚不明确。

综上所述,APCO 方法与 ICO 和 CCO 相关性好,操作简便、微创,无需手工校准;基于该技术的 SVV 等指标能敏感反映容量变化,可为临床麻醉提供准确、有效的血流动力学监测。

[参考文献]

- [1] 庄心良,曾因明,陈伯銮. 现代麻醉学[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2003:1947-1949.
- [2] Bland J M, Altman D G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement[J]. Lancet, 1986, 1:307-310.
- [3] Bland J M, Altman D G. Measuring agreement in method comparison studies[J]. Stat Methods Med Res, 1999, 8:135-160.
- [4] 陈 卉. Bland-Altman 分析在临床测量方法一致性评价中的应用[J]. 中国卫生统计, 2007, 24:308-309.
- [5] Manecke G R Jr, Auger W R. Cardiac output determination from the arterial pressure wave: clinical testing of a novel algorithm that does not require calibration[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2007, 21:3-7.
- [6] McGee W T, Horswell J L, Calderon J, Janvier G, Van Severen T, Van den Berghe G, et al. Validation of a continuous, arterial pressure-based cardiac output measurement: a multicenter, prospective clinical trial[J]. Crit Care, 2007, 11:R105.
- [7] Manecke G R. Edwards FloTrac sensor and Vigileo monitor: easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave[J]. Expert Rev Med Devices, 2005, 2:523-527.
- [8] Lopes M C, de Cleve R, Zilberstein B, Gama-Rodrigues J J. Pulmonary artery catheter complications: report on a case of a knot accident and literature review[J]. Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo, 2004, 59:77-85.
- [9] Frazier S K, Skinner G J. Pulmonary artery catheters: state of the controversy[J]. J Cardiovasc Nurs, 2008, 23:113-121.
- [10] Bianchini R, Melina G, Benedetto U, Rossi M, Fiorani B, Iasenzano M, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for Swan-Ganz induced intraoperative hemorrhage[J]. Ann Thorac Surg, 2007, 83:2213-2214.
- [11] Reuter D A, Kirchner A, Felbinger T W, Weis F C, Kilger E, Lamm P, et al. Usefulness of left ventricular stroke volume variation to assess fluid responsiveness in patients with reduced cardiac function[J]. Crit Care Med, 2003, 31:1399-1404.
- [12] Cavallaro F, Sandroni C, Antonelli M. Functional hemodynamic monitoring and dynamic indices of fluid responsiveness[J]. Minerva Anestesiol, 2008, 74:123-135.

[本文编辑] 贾泽军