

· 论著 ·

参附注射液对心源性休克犬血流动力学及氧代谢的影响

殷文朋, 李春盛

(首都医科大学附属北京朝阳医院急诊科, 北京 100020)

【摘要】目的 观察参附注射液对实验犬心源性休克血流动力学及氧代谢的影响。**方法** 制备犬心源性休克模型, 制模成功后随机分为参附组、多巴胺组和对照组。于制模前, 制模成功(用药即刻), 用药后 30、60、90、120 和 180 min 通过 Swan-Ganz 导管监测血流动力学, 包括心排量(CO)、肺动脉嵌顿压(PAWP)、肺动脉压(PAP)、中心静脉压(CVP)、心率(HR)、动脉压, 并计算每搏量(SV)、每搏功(SW)、平均动脉压(MAP)、全身血管阻力(SVR)、肺循环阻力(PVR); 抽取动脉血及混合静脉血测定氧代谢动力学指标, 包括 DO_2 (氧输送), VO_2 (氧消耗) 及 ERO_2 (氧摄取率)。**结果** ①与用药即刻比较, 对照组 CO、SV、SW、HR、MAP 在给药后均呈进行性下降, 而 PVR、PAWP、CVP 呈进行性升高 (P 均 < 0.01)。②静脉注射参附注射液后 CO、SV、SW 均明显增加, 60 min 时达到最高, 然后逐渐下降 (P 均 < 0.01); HR、MAP 在用药后呈进行性下降; SVR、PVR 30 min 降到最低后开始逐渐升高, 120 min 到达用药前状态; PAWP 较对照组降低明显 (P 均 < 0.01)。③静脉注射多巴胺后 CO、SV、SW、MAP、HR 均增加, 30 min 达到最高, 但升高幅度较参附注射液组低 ($P < 0.05$); SVR、PAWP 较参附组明显增加 ($P < 0.05$)。④在用药即刻 3 组 VO_2 与 DO_2 均低于用药前, ERO_2 代偿增高。与多巴胺组比较, 参附组 DO_2 、 VO_2 时显著升高 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), ERO_2 则明显下降 ($P < 0.05$)。**结论** 参附注射液较多巴胺在增加 CO, 降低外周阻力、肺动脉阻力、PAWP 和 HR, 以及改善组织灌注与氧代谢能力方面具有明显的优势。

【关键词】 参附注射液; 心肌梗死, 急性; 心源性休克; 血流动力学; 漂浮导管; 氧代谢; 犬

中图分类号: R285.5; R541.64 文献标识码: A 文章编号: 1008-9691(2008)01-0020-04

Effect of Shenfu injection (参附注射液) on hemodynamics and oxygen delivery metabolism in dogs with cardiogenic shock YIN Wen-peng, LI Chun-sheng, Emergency Department, Beijing Chaoyang Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100020, China

Corresponding author: LI Chun-sheng (Email: liuyang0509@yahoo.com.cn)

【Abstract】Objective To evaluate the effect of Shenfu injection (参附注射液) on hemodynamics and oxygen delivery (DO_2) metabolism in dogs with cardiogenic shock. **Methods** A dog model of acute myocardial infarction was made by ligating the midpoint of left coronary artery. When the cardiogenic shock was found by the Swan-Ganz vessel, 18 dogs with cardiogenic shock were divided randomly into three groups: Shenfu, dopamine and control groups. The following drugs were intravenously administered: Shenfu injection 1 ml/kg to the Shenfu group, dopamine $10 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ to the dopamine group and NaCl 5 ml/kg to the control group. Before the model was made and after the drugs were given for 30, 60, 90, 120 and 180 minutes, the changes of the parameters of hemodynamics were monitored through the Swan-Ganz vessel, including cardiac output (CO), pulmonary arterial wedge pressure (PAWP), pulmonary artery pressure (PAP), central venous pressure (CVP), heart rate (HR), blood pressure (BP) and angiosthenia (AP). Then the results of stroke volume (SV), stroke work (SW), mean arterial blood pressure (MAP), systemic vascular resistance (SVR) and pulmonary circulation resistance (PVR) were calculated by formulae. Arterial blood and mixed venous blood were used for blood gas analysis to measure and calculate the following hemodynamic parameters: DO_2 , oxygen consumption (VO_2) and oxygen uptake rate (ERO_2). The results were compared. **Results** ① In the control group, after NaCl was given, CO, SV, SW, HR and MAP were decreased gradually at the time points, while the PVR, PAWP and CVP were progressively increased at the same time (all $P < 0.01$). ② In Shenfu group, the CO, SV, SW were increased significantly and reached at apex, 60 minutes after injection, then they were decreased gradually (all $P < 0.01$). The SVR, PVR, HR and MAP were decreased during the first 30 minutes and then SVR, PVR gradually increased to the level before the drug was given at 120 minutes time point. The PAWP of Shenfu group was obviously lower than that in the control group (all $P < 0.01$). ③ In dopamine group, the CO, SV, SW, MAP and HR were increased during the first 30 minutes after injection, but the elevation amplitude was lower than that of Shenfu group ($P < 0.05$). SVR and PAWP were

higher than those of Shenfu group ($P < 0.05$). ④ In all the three groups, the VO_2 and DO_2 at the time immediately after the injection were lower than those before the injection, while the ERO_2 was complementarily increased. The comparison between Shenfu and dopamine groups showed that VO_2 and DO_2 of Shenfu group were obviously higher than those of dopamine group (all $P < 0.05$ or $P < 0.01$), while the ERO_2 was significantly lower than that of the latter group ($P < 0.05$). **Conclusion** In the comparison between Shenfu and dopamine injections shows that the former injection has a much superior effect on myocardial infarction by increasing cardiac output, decreasing systemic vascular resistance, pulmonary arterial pressure, PAWP, heart rate and improving tissue perfusion and oxygen metabolism.

【Key words】 Shenfu injection; acute myocardial infarction; cardiogenic shock; hemodynamics; Swan-Ganz vessel; oxygen metabolism; dog

参附注射液由红参、黑附片提取物组成,其主要有效成分为人参皂苷及乌头碱,常用于四肢厥冷、大汗、虚脱等阳气脱证,这些症状类似现代医学的休克、心力衰竭等表现。研究表明,参附注射液具有增强心肌收缩力和心排血量(CO)、升压、降低血黏度、改善微循环,以及降低冠状动脉(冠脉)、脑和外周血管阻力(SVR),增加其脑血流量的作用^[1-2];在临床主要用于治疗休克和心力衰竭等急危重病^[3],但缺少其客观证据。本研究拟通过对心源性休克动物模型血流动力学及氧代谢参数的监测,以期阐明参附注射液改善休克的作用机制。

1 材料与方法

1.1 动物模型制备及分组:健康杂种犬 18 只,雌雄不限,体重 16~18 kg,由军事医学科学院实验动物中心提供。腹腔注射戊巴比妥 30 mg/kg 麻醉犬,行气管插管接呼吸机,开胸分离冠脉左前降支(LAD)穿线,每隔 5 min 顺次结扎 LAD 末梢、中部、根部,以平均动脉压(MAP)降至原 70% 以下视为休克,如达不到该指标,再分别从冠脉左回旋支远端向近端结扎,持续观察 10 min,如果血压不再回升,则视为心源性休克模型成立^[4]。将犬按随机数字表法分为 3 组,每组 6 只。对照组给予生理盐水 5 ml/kg;参附组给予参附注射液 1 ml/kg,先用 1/2 剂量静脉注射,继之以 1 ml/min 的速度持续静脉滴注;多巴胺组以多巴胺 $10 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 持续静脉滴注。

1.3 血流动力学及氧代谢指标的测定:放置右心 Swan-Ganz 导管,用热稀释法测定血流动力学指标的变化,包括 CO、肺动脉嵌顿压(PAWP)、肺动脉压(PAP)、中心静脉压(CVP)、HR、动脉压,通过公式计算每搏量(SV)、每搏功(SW)、MAP、SVR、肺

循环阻力(PVR);并于各时间点取动脉血及混合静脉血,测定氧输送(DO_2)、氧消耗(VO_2)、氧摄取率(ERO_2)等氧代谢指标。

$$\begin{aligned} SV &= CO/HR \\ SW &= (MAP - PAWP) \times SV \times 0.136 \\ MAP &= \text{舒张压} + 1/3 \text{ 脉压} \\ SVR &= (MAP - CVP) \times 80/CO \\ PVR &= (PAP - PAWP) \times 80/CO \\ DO_2 &= CO \times CaO_2 \times 10 \\ VO_2 &= CO \times (CaO_2 - CvO_2) \times 10 \\ ERO_2 &= VO_2/DO_2 \end{aligned}$$

式中, CaO_2 为动脉血氧含量, CvO_2 为静脉血氧含量。

1.4 统计学方法:应用 SPSS 12.0 统计软件,数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计量资料采用 t 检验或方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组心力学与血流动力学的比较(表 1):制模前及制模成功后(用药即刻)3 组各项血流动力学参数比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。与对照组比较,参附组及多巴胺组用药后各时间点 CO、SV、SW、SVR、MAP 均明显增加,而 PAWP 有所下降($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。与多巴胺组比较,参附组 CO、SV 有所升高,SVR、PVR、PAWP、HR 有所降低($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),而 MAP、CVP 则无显著变化。与用药即刻比较,对照组用药后 CO、SV、SW、HR、MAP 显著下降,PVR、PAWP、CVP 显著升高;参附组 CO、SV、SW 升高后逐渐下降,HR、MAP 呈进行性下降,SVR、PVR 呈进行性升高;多巴胺组 CO、SV 呈进行性下降,SW、HR、MAP 升高后显著下降,SVR、PVR 呈进行性升高。3 组 CVP 的变化差异无统计学意义。

2.2 各组氧代谢的变化(表 2):对照组用药后 DO_2 、 VO_2 呈进行性下降, ERO_2 则呈进行性升高;而应用参附注射液、多巴胺进行干预后各指标均有所回升($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

基金项目:卫生部医药卫生科技发展基金资助项目(200302)

通讯作者:李春盛,博士生导师, Email: liuyang0509@yahoo.com.cn

作者简介:殷文朋(1972-),男(汉族),天津市人,医学硕士,主治医师。

表 1 参附注射液和多巴胺对心源性休克犬心肌学与血流动力学参数影响的比较($\bar{x}\pm s, n=6$)

参数	组别	制模前	用药即刻	用药后 30 min	用药后 60 min	用药后 120 min	用药后 180 min
CO (L/min)	对照组	2.9±0.2	1.9±0.2	1.5±0.1 ^e	1.1±0.9 ^f	1.0±0.1 ^f	0.9±0.1 ^f
	参附组	2.8±0.5	1.8±0.2	1.9±0.3 ^b	2.1±0.4 ^{bde}	1.7±0.2 ^{bc}	1.2±0.3 ^{ef}
	多巴胺组	2.8±0.3	1.8±0.3	1.8±0.3 ^a	1.7±0.2 ^b	1.3±0.3 ^{ae}	1.2±0.3 ^{ef}
SV (ml)	对照组	17.2±2.0	11.8±3.4	10.7±1.5	8.2±1.7 ^e	6.8±1.7 ^f	4.5±1.9 ^f
	参附组	17.7±3.3	13.8±4.7	17.3±3.3 ^{bde}	18.2±2.3 ^{bdf}	13.0±2.0 ^{bc}	8.3±2.2 ^{bc}
	多巴胺组	17.9±4.0	12.4±3.9	12.5±3.0	11.2±1.2 ^a	9.9±3.0 ^f	8.2±1.7 ^{bc}
SW (g/m)	对照组	244.0±36.0	172.0±36.0	105.0±13.0 ^e	86.0±29.0 ^e	61.0±30.0 ^f	29.0±9.0 ^f
	参附组	270.0±65.0	184.0±66.0	215.0±76.0 ^a	228.0±56.0 ^{bc}	150.0±53.0 ^b	81.0±24.0 ^{bf}
	多巴胺组	278.0±93.0	179.0±61.0	185.0±67.0 ^a	161.0±36.0 ^a	141.0±32.0 ^b	75.0±20.0 ^{df}
SVR (kPa·s·L ⁻¹)	对照组	319.2±39.0	459.5±74.9	489.4±67.7	589.1±88.2 ^f	499.1±63.3	435.4±50.6
	参附组	342.4±55.1	442.8±53.6	334.1±21.4 ^{ace}	362.4±31.6 ^{bce}	410.8±71.7 ^{ac}	529.1±125.0 ^{ae}
	多巴胺组	378.4±85.8	440.3±46.5	496.2±63.6	506.3±44.9	501.2±53.5	578.8±83.4 ^{bc}
PVR (kPa·s·L ⁻¹)	对照组	22.3±7.3	36.1±9.3	54.2±6.5 ^e	59.8±6.6 ^f	51.5±7.1 ^e	67.4±7.8 ^f
	参附组	19.5±6.2	40.2±5.3	30.5±4.9 ^{bde}	40.3±7.1 ^{ac}	51.7±9.9 ^e	67.9±8.8 ^f
	多巴胺组	28.8±9.9	49.4±6.0	52.6±5.9	48.4±9.7 ^a	54.4±6.4	71.9±7.5 ^f
HR (次/min)	对照组	156.0±11.0	152.0±15.0	169.0±17.0	158.0±10.0	132.0±10.0	92.0±16.0 ^e
	参附组	155.0±15.0	143.0±38.0	130.0±34.0	118.0±23.0 ^{ac}	130.0±20.0	103.0±18.0 ^e
	多巴胺组	160.0±9.0	159.0±31.0	147.0±25.0	153.0±30.0	151.0±26.0	99.0±19.0 ^e
MAP (mm Hg)	对照组	127.0±7.0	88.0±16.0	80.0±5.0 ^f	73.0±9.0 ^f	63.0±16.0 ^f	45.0±18.0 ^f
	参附组	129.0±4.0	90.0±18.0	104.0±16.0 ^b	102.0±17.0 ^b	81.0±13.0 ^{ae}	63.0±9.0 ^{ae}
	多巴胺组	124.0±28.0	91.0±27.0	106.0±13.0 ^b	102.0±10.0 ^b	93.0±7.0 ^b	75.0±5.0 ^{bf}
PAWP (mm Hg)	对照组	4.0±1.0	6.0±1.0	10.0±3.0 ^e	12.0±2.0 ^f	16.0±3.0 ^f	15.0±4.0 ^f
	参附组	4.0±1.0	5.0±2.0	4.0±1.0 ^{bc}	4.0±1.0 ^{bd}	4.0±1.0 ^{bd}	7.0±2.0 ^{bc}
	多巴胺组	3.0±1.0	5.0±1.0	8.0±2.0 ^e	10.0±2.0 ^f	10.0±2.0 ^{bc}	6.0±1.0 ^b
CVP (cm H ₂ O)	对照组	3.0±1.0	4.0±2.0	7.0±4.0 ^e	6.0±2.0 ^e	7.0±3.0 ^e	6.0±1.0 ^e
	参附组	2.0±1.0	3.0±1.0	3.0±1.0	4.0±1.0	5.0±1.0 ^e	6.0±2.0 ^f
	多巴胺组	3.0±1.0	3.0±1.0	4.0±2.0	5.0±1.0 ^e	6.0±1.0 ^f	7.0±2.0 ^f

注:与对照组同期比较,^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与多巴胺组同期比较,^c $P<0.05$,^d $P<0.01$;与本组用药即刻比较,^e $P<0.05$,^f $P<0.01$;
1 mm Hg=0.133 kPa;1 cm H₂O=0.098 kPa

表 2 参附注射液和多巴胺对心源性休克犬氧代谢的影响($\bar{x}\pm s, n=6$)

参数	组别	制模前	用药即刻	用药后 30 min	用药后 60 min	用药后 120 min	用药后 180 min
DO ₂ (ml·min ⁻¹ ·m ⁻²)	对照组	2 081.0±364.0	1 230.0±260.0	864.0±155.0 ^f	580.0±132.0 ^f	416.0±112.0 ^f	309.0±109.0 ^f
	参附组	2 046.0±524.0	1 082.0±163.0	1 186.0±195.0 ^b	1 198.0±339.0 ^{bce}	842.0±158.0 ^{bef}	578.0±131.0 ^{bf}
	多巴胺组	2 034.0±371.0	1 073.0±233.0	1 035.0±155.0 ^b	902.0±160.0 ^{bc}	746.0±112.0 ^{bf}	602.0±86.0 ^{bc}
VO ₂ (ml·min ⁻¹ ·m ⁻²)	对照组	317.0±216.0	263.0±190.0	139.0±59.0	149.0±83.0	105.0±33.0 ^e	100.0±29.0 ^e
	参附组	240.0±79.0	159.0±43.0	444.0±83.0 ^{bdf}	456.0±76.0 ^{bdf}	351.0±74.0 ^{bdf}	166.0±51.0
	多巴胺组	183.0±46.0	145.0±11.0	119.0±39.0 ^e	165.0±80.0	111.0±48.0 ^e	162.0±61.0
ERO ₂ (%)	对照组	14.3±8.3	18.7±8.2	27.3±9.5 ^e	44.5±10.8 ^f	34.2±14.5 ^{ef}	29.3±9.9 ^e
	参附组	11.8±1.6	15.2±5.6	15.5±3.7 ^b	18.7±8.3 ^{bc}	12.3±2.4 ^{bc}	33.7±17.5 ^f
	多巴胺组	9.2±2.2	13.5±1.8	19.3±11.3 ^{ae}	25.5±13.5 ^{bf}	27.2±13.6 ^{af}	31.7±6.7 ^f

注:与对照组同期比较,^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与多巴胺组同期比较,^c $P<0.05$,^d $P<0.01$;与本组用药即刻比较,^e $P<0.05$,^f $P<0.01$

3 讨论

3.1 参附注射液对心肌学与血流动力学的影响: 休克在中医称为“厥脱症”。本研究结果显示,参附注射液对心源性休克血流动力学效应是依赖于增加 CO 而提高 MAP,而 CO 的增加有赖于 SV 增加而不是 HR 的增加,反而使 SVR 和 PVR 均下降,这种血流动力学特点较多巴胺维持动脉压是靠升高外周阻力、增加 SVR 和 HR 来实现,要明显节省能量。因此,参附注射液增加 CO,减少外周阻力,降低 PAWP 和 HR,维持动脉压“正常”水平而不减少组

织灌注的优点是治疗心源性休克的理想药物,其前景看好。

其机制可能与以下几个因素有关:参附注射液中的去甲乌药碱是β-受体激动剂,能明显加大心肌细胞搏动频率和幅度,显著增强心肌收缩力,从而导致 SV、SW、CO 明显增加^[1,5];人参皂苷能够降低冠脉血管阻力、SVR、心肌组织丙二醛(MDA)含量,增加 PVR、冠脉灌注量和超氧化物歧化酶(SOD),从而改善心肌功能^[6];人参皂苷对心肌缺血/再灌注产生的前列腺素 E₂(PGE₂)所导致的心血管损伤及诱

发的并发症有显著保护作用^[7];观察人参皂苷对失血性休克犬心肌作用时发现,其对心肌细胞内的磷酸肌酸激酶、乳酸脱氢酶、琥珀酸脱氢酶和细胞色素氧化酶呈现出良好的保护作用^[8]。可见参附注射液对心血管系统呈现出多方面的保护作用。与多巴胺比较,参附注射液在增加 CO 的同时可以降低 SVR 和 PAWP。SVR 代表后负荷,PAWP 反映前负荷^[9]。表明参附注射液能减低血管阻力、扩张外周血管,其机制可能与参附注射液中的去甲猪毛菜碱发挥其药理作用有关。去甲猪毛菜碱对 α 、 β -受体均有兴奋作用,能够降低冠脉、脑和 SVR,增加冠脉和脑血流量^[5]。另外,人参皂苷具有与糖皮质激素类似的抗休克作用,可抑制休克时血管紧张素 II 和去甲肾上腺素含量的持续性增高,降低 SVR,扩张外周血管^[10]。而多巴胺作为经典抗休克药物其增加心肌收缩力和 CO 的作用机制主要是激动心脏的 β_1 -受体,同时具有释放去甲肾上腺素的作用;也可以作用于血管的 α -受体和多巴胺受体,而对 β_2 -受体影响微弱,因而 HR 增快。多巴胺虽能够增加 CO,但同时增加 SVR 以及 PVR,使 HR 加快、心肌耗氧量增加,因而会加重心肌缺血^[11]。

3.2 参附注射液对氧代谢的影响:氧合状况对临床评估危重患者病情、判断预后具有重要意义。综合评价 VO_2 、 DO_2 及两者的相关性可以实现组织氧动力学的优化治疗, ERO_2 作为评价氧供需平衡的指标,其效果比单纯应用 VO_2 与 DO_2 更敏感。正常情况下, VO_2 改变时,因为 ERO_2 的变化, VO_2 保持不变,也就是说 VO_2 不受 DO_2 的影响。但当 DO_2 下降到临界值时, VO_2 依赖于 DO_2 的变化, ERO_2 的增加也无法满足组织氧合,于是就发生无氧代谢^[12-13]。另外, ERO_2 可以作为判断患者预后的指标^[9]。休克早期即存在全身血流分布异常,这可能导致一些代谢较低的器官血流相对过剩,处于高代谢状态的器官组织却得不到足够的血流量,从而造成组织缺氧及 VO_2 下降^[10]。内毒素及一些炎症介质破坏了微循环调节功能,导致微血栓形成,毛细血管密度减少,使 DO_2 不足。本研究显示,在实验之前 VO_2 与 DO_2 均低于正常值, ERO_2 代偿增高。给予参附注射液后 VO_2 、 DO_2 均增高, ERO_2 减低,提示参附注射液具有增加氧代谢、提高组织氧摄取和利用的作用。另外,氧代谢指标与血液动力学参数的变化在时间上高度一致,表明参附注射液通过提高心肌收缩力、增加 CO、降低 SVR、改善心源性休克的血流动力学,

提高了休克时的组织灌注水平,从而也改善了氧代谢能力^[14],而且参附注射液较多巴胺更有利于氧代谢,这也是参附注射液治疗休克的另一特点。

4 结论

本研究证明,参附注射液较多巴胺在增加 CO、降低外周阻力、PAWP 及 HR 方面有明显的优势;多巴胺在抗休克方面主要的缺点是造成 HR 增快,PAWP 及主动脉 SVR 升高。参附注射液能明显升高心源性休克的 DO_2 、 VO_2 ,降低 ERO_2 ,具有增加氧代谢、提高组织氧摄取和利用的作用;多巴胺虽能够提高 DO_2 但并不提高 VO_2 ,因此不能改善氧代谢。

参考文献

- [1] 杨芳炬,王正荣,林代平,等.参附注射液对心肌缺血犬血流动力学和对动物血压的影响[J].中国中药杂志,2003,28(3):259-262.
- [2] 李章平,陈寿权,章杰,等.不同剂量参附注射液对窒息型大鼠心肺复苏后心肌保护作用的研究[J].中国中西医结合急救杂志,2007,14(3):162-165.
- [3] 田鲜美,刘清泉,江其敏.生脉注射液和参附注射液联合多巴胺治疗急性心肌梗死后低血压 37 例[J].中国中西医结合急救杂志,2007,14(2):108-110.
- [4] 郭鹤.人类疾病的动物模型[M].北京:人民卫生出版社,1990:981.
- [5] 陈东辉,李东晓,徐嘉红,等.参附注射液的抗休克注射液研究[J].中国中药杂志,2000,25(7):431-434.
- [6] 刘正湘,刘晓春,李志刚,等.人参皂甙 Re 抗大鼠急性缺血-再灌注心肌细胞凋亡及相关基因蛋白表达[J].中华急诊医学杂志,2003,12(3):158-160.
- [7] Kaminski K A, Bonda T A, Korecki J, et al. Oxidative stress and neutrophil activation—the two keystones of ischemia/reperfusion injury[J]. Int J Cardiol, 2002, 86(1): 41-59.
- [8] 崔新明,李艳茹,吕文伟,等.人参皂甙对急性心源性休克犬心肌的保护作用[J].吉林大学学报医学版,2002,29(4):392-393.
- [9] Walley K R. Hypoxic hyooxia[M]//Sibbald W J, Messmer K, Fink M P. Tissue Oxygenation in Acute Medicine New York. NY: Springer, 1998: 81-97.
- [10] Pölonen P, Hippeläinen M, Takala R, et al. Relationship between intra- and postoperative oxygen transport and prolonged intensive care after cardiac surgery: a prospective study[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 1997, 41(7): 810-817.
- [11] Hollenberg S M, Kavinsky C J, Parrillo J E. Cardiogenic shock[J]. Ann Intern Med, 1999, 131(1): 47-59.
- [12] Hammed S M, Aird W C, Cohn S M, et al. Oxygen delivery [J]. Crit Care Med, 2001, 31(12): 658-667.
- [13] Friedman G De Backer D, Shahla M, et al. Oxygen supply dependency can characterize septic shock[J]. Intensive Care Med, 1998, 24(2): 118-123.
- [14] Gutierrez G, Warley A R, Dantzer D R. Oxygen delivery and utilization in hypothermic dogs[J]. J Appl Physiol, 1986, 60(3): 751-757.

(收稿日期:2007-12-13)

(本文编辑:李银平)