

单肺移植术中心脏局部低温对血流动力学的影响

李颖芬 陈德坚 陈剑锋 董庆龙
广州医科大学附属第一医院麻醉科 广东广州 510120

[摘要] 目的 观察非体外循环下行单肺移植术,术中供肺吻合时局部心脏低温对血流动力学的影响。方法 26例终末期肺疾病患者,气管插管全身麻醉下行肺移植术。取第一侧患肺切除术后供肺吻合前(T_0)、供肺吻合中心脏局部低温30min(T_1)、供肺吻合中心脏局部低温60min(T_2)作为观察时点,比较各时点的血流动力学数据。结果 与 T_0 比较, T_1 、 T_2 的食管温和血温明显降低, T_1 、 T_2 的心输出量(CO)和心脏指数(CI)明显降低。结果与 T_0 比较, T_1 、 T_2 的TE和TB明显降低, T_1 、 T_2 的心输出量(CO)和心脏指数(CI)明显降低。结论 单肺移植术中供肺吻合时,单侧肺通气、全身常温、心脏局部低温这一特殊麻醉状态下,尽管已对患者做了相应的保温及药物干预措施,对血流动力学的影响不大,但仍会出现心泵功能下降。

[关键词] 肺移植;心脏低温;单肺通气;血流动力学

[中图分类号] R614 [文献标识码] B [文章编号] 2095-0616(2014)21-12-05

Effect of heart cooling on hemodynamics during one lung transplantation

LI Yingfen CHEN Dejian CHEN Jianfeng DONG Qinglong

Department of Anesthesiology, First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China

[Abstract] Objective To observe the hemodynamics during lung transplantation without cardiopulmonary bypass, when the donor lung was implanted and local heart cooling was performed. Methods Twenty-six patients with end-stage lung disease, undergone single or bilateral sequential lung transplantation with tracheal intubation general anesthesia. During the first lung transplantation, the temperature of esophagus(TE) and of blood(TB), the hemodynamic dates such as PAP, PCWP, CCO, CI, SVI were recorded at sick lung resection(T_0), 30 minutes after the beginning of lung implantation(T_1), and 30 minutes after T_1 (T_2). Results Compared with T_0 , TE and TB decreased at T_1 ($P < 0.05$) and at T_2 ($P < 0.05$). CO and CI decreased significantly at T_1 and T_2 compared with T_0 ($P < 0.05$). Conclusion During the implantation of lung transplantation, in the status of one-lung ventilation, ordinary temperature all over the body but heart cooling, even though have administrated with incubation and vasoactive drug, hemodynamic dates seem stable, but cardiac pump function is decrease.

[Key words] Lung transplantation; Heart cooling; One-lung ventilation; Hemodynamic

在非体外循环或体外膜肺支持下进行的肺移植术,术中患者会出现单肺通气、全身常温、心脏局部低温的特殊的非生理状态。目前肺移植技术渐趋成熟,多数学者的研究方向集中在肺保护、术后移植植物功能恢复、抗排斥治疗等方面^[1],而心脏局部低温对血流动力学的影响究竟有多大,如何避免或减轻其影响,相关的文献未见报道。本研究回顾性分析了我院2008~2013年进行的肺移植手术麻醉中相关数据,观察单肺移植术中心脏局部低温对血流动力学的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

终末期肺疾病患者26例,均为男性,年龄(55.85 ± 8.25)岁,体重指数BMI(19.18 ± 3.18)。

[基金项目] 广东省广州市医药卫生科技一般引导项目(2009-YB-238)。

原发病分别为:慢性阻塞性肺气肿COPD 17例,特发性肺间质纤维化IPF 8例,先天性肺囊肿1例。术前检查:心功能Ⅱ~Ⅲ级,术前心脏超声心动图示:射血分数(EF)(72 ± 7)%,每搏量(SV)(62.81 ± 8.43)mL,肺动脉压力(PA)(33.64 ± 13.69)mmHg。肺功能检查均为重度混合性通气功能障碍。其中完成单肺移植术12例,完成双肺移植术14例,全部手术均未使用体外膜肺氧合及体外心肺转流技术。本研究只选用了单肺移植术部分的资料。

1.2 麻醉和手术步骤

1.2.1 麻醉的诱导和维持 患者入室后取平卧位,静脉注射咪达唑仑0.04mg/kg、丙泊酚(TCI靶控输注)1.5~2μg/mL、舒芬太尼0.3μg/kg、罗库溴铵0.9mg/kg;肌松效果满意后行气管内插管,经口置入型号合适的非术侧双腔支气管导管,间接正压机械通气。术中麻醉维持以静脉TCI输

表2 术中各观察时点MAP、HR、SpO₂、PA、PCWP、CVP、SvO₂的比较($\bar{x} \pm s$)

时点	MAP (mm Hg)	HR (bpm)	SpO ₂ (%)	PA (mm Hg)	PCWP (mm Hg)	CVP (mm Hg)	SvO ₂ (%)
T ₀	81.2 ± 9.86	97.0 ± 16.8	99.0 ± 1.40	36.4 ± 11.5	20.6 ± 8.19	13.3 ± 6.50	75.7 ± 5.84
T ₁	83.7 ± 9.35	94.7 ± 18.4	99.6 ± 0.78	38.8 ± 12.9	20.3 ± 8.10	14.0 ± 6.14	75.6 ± 6.53
T ₂	81.0 ± 8.63	96.7 ± 19.0	99.5 ± 1.04	38.8 ± 13.3	20.5 ± 8.38	13.8 ± 6.43	74.7 ± 6.30
F	0.689	0.125	1.690	0.302	0.010	0.085	0.192
P	0.505	0.883	0.191	0.741	0.990	0.918	0.826

表3 术中各观察时点TA、TE、TB的比较($\bar{x} \pm s$,)

时点	TA	P	TE	P	TB	P
T ₀	36.3 ± 0.72		36.1 ± 0.68		36.2 ± 0.66	
T ₁	36.1 ± 0.88	0.268	34.3 ± 1.93 ^{**}	0.000	35.8 ± 0.83	0.067
T ₂	35.9 ± 0.93 [*]	0.042	34.6 ± 1.55 ^{**}	0.000	35.7 ± 0.85 [*]	0.018

注 :三组间 TA 经方差分析 ,F=2.146 ,P=0.124 ;三组间 TE 经方差分析 ,F=11.964 ,P=0.000 ;三组间 TB 经方差分析 ,F=3.224 ,P=0.045 ;组间两两比较 ,与 T₀ 时点比较 ,^{*}P < 0.05 ,^{**}P < 0.01

注 丙泊酚 2 ~ 4 μg/mL、持续输注瑞芬太尼 0.1 ~ 0.2 μg/(kg · min)、罗库溴铵 10 μg/(kg · min) ,咪达唑仑间断静脉推注。术中控制输血量 ,以胶体液为主。根据血流动力学监测的数据调整液体入量 ,力争达到出入量的负平衡。术中输血以红细胞悬液为主 ,并辅以新鲜冰冻血浆、冷沉淀等。

1.2.2 手术步骤 麻醉完成后 ,根据术前肺通气灌注检查结果选择非占优一侧先行手术。患者取侧卧位 ,开胸 ,分离结扎肺动、静脉及支气管后取出原肺。于胸腔置入冰屑及供体肺 ,依次吻合支气管、肺动脉、肺静脉后恢复供肺血液循环 ,少量逐渐增加通气量至新肺单侧通气可维持另一侧的手术需要 ,继续完成序贯式双肺移植术。

1.3 监测指标及数据采集

1.3.1 监测指标 术中连续监测 导联心电图 ECG、脉搏血氧饱和度(SpO₂)、呼气末二氧化碳分压(PETCO₂)、食管温(TE)、肛温(TA)及桡动脉有创动脉压(IBP)。经右颈内静脉穿刺置入 5 腔 Swan-Ganz 漂浮导管一根 ,导管末端到达非术侧肺小动脉 ,连接连续心排监测仪(Edwards Lifesciences Vigilance Monitor ,美国) ,经热稀释法对连续心排量(CCO)进行初次校正后 ,监测肺动脉压(PAP)、肺动脉楔压(PCWP)、中心静脉压(CVP)、混合静脉血氧饱和度(SvO₂)、体温(TB)、CO ,计算心脏指数(CI)、每搏量指数(SVI)。

1.3.2 数据采集 取第一侧患肺切除后供肺吻合前(T₀)、供肺吻合中心脏局部低温 30min (T₁)和 60min (T₂)作为观察时点 ,记录各时点血流动力学指标。采集 T₂ 时点动脉血气分析记录 PO₂ ,计算氧合指数。

1.4 统计学处理

用 SPSS13.0 软件包进行数据处理 ,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示 ,用方差分析比较计量资料组间及组内差异的显著性。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术中药物使用情况的比较

在 3 个时点所用的静脉麻醉药丙泊酚、瑞芬太尼和心血管活性药物多巴胺的剂量比较差异无统计学意义(P > 0.05)。见表 1。

表1 术中药物使用剂量的比较($\bar{x} \pm s$)

时点	丙泊酚 (μg/mL)	瑞芬太尼 [μg/(kg · min)]	多巴胺 [μg/(kg · min)]
T ₀	1.67 ± 0.47	0.18 ± 0.05	4.17 ± 1.44
T ₁	1.63 ± 0.47	0.18 ± 0.05	3.98 ± 1.76
T ₂	1.77 ± 0.57	0.18 ± 0.05	4.27 ± 1.53
F	0.559	0.098	0.225
P	0.574	0.907	0.799

2.2 术中各观察时点MAP、HR、SpO₂、PA、PCWP、CVP、SvO₂的比较

与 T₀ 比较 ,T₁ 及 T₂ 时点的 MAP、HR、SpO₂、PA、PCWP、CVP、SvO₂ 差异无统计学意义(P > 0.05)。见表 2。

2.3 术中各观察时点TA、TE、TB的比较

与 T₀ 比较 ,T₁ 时点的 TA、TB 差异无统计学意义 ,TE 差异有统计学意义 ;与 T₀ 比较 ,T₂ 时点的 TA、TB 差异有统计学意义 ,而 TE 差异有统计学意义(P < 0.05)。见表 3。

表4 术中各观察时点CO、CI、SVI的比较 ($\bar{x} \pm s$)

时点	CO (L/min)	P	CI [L/ (min · m ²)]	P	SVI [mL / (b · m ²)]	P
T ₀	5.25 ± 1.57		3.25 ± 0.94		33.7 ± 10.4	
T ₁	4.55 ± 1.09 [*]	0.049	2.82 ± 0.68 [*]	0.047	31.0 ± 9.15	0.323
T ₂	4.18 ± 1.10 ^{**}	0.003	2.62 ± 0.68 ^{**}	0.004	29.4 ± 6.75	0.099

注 : 三组间 CO 经方差分析 , $F=4.733$, $P=0.012$; 三组间 CI 经方差分析 , $F=4.444$, $P=0.015$; 三组间 SVI 经方差分析 , $F=1.443$, $P=0.244$; 组间两两比较 , 与 T₀ 时点比较 , ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$

2.4 术中各观察时点CO、CI、SVI的比较

与 T₀ 比较 , T₁ 时点的 CO、CI 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) , 而 SVI 差异无统计学意义 ; T₂ 时点的 CO、CI 差异有统计学意义 ($P < 0.01$) , 而 SVI 差异无统计学意义。T₁ 和 T₂ 时点的比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$) 。见表 4。

2.5 T₂时点动脉血气分析

PO₂ 均值 (219.14 ± 98.45) mm Hg , 氧合指数均值 (349.59 ± 143.83) 。

3 讨论

对于终末期肺部疾病患者 , 肺移植是一个行之有效的治疗选择 , 可以改善生存和生活质量。在全球范围内 , 过去的 20 年里已经看到数量稳步增长的肺移植手术得以完成 [2]。肺移植术中 , 麻醉者面对的是一个过去被认为是麻醉禁忌证的手术。该手术在器官移植术中难度最大 , 一方面由于肺是人体与外界大气相通的器官 , 受外界环境的污染、细菌感染机会多 , 并且肺部本质脆弱 , 开放引起的灌注损伤比其他器官都大。另一方面是麻醉风险大 , 术中血流动力学波动剧烈。由于在麻醉诱导后机械通气、肺血管钳夹、移植肺再灌注等重要步骤中往往会伴随血压急剧降低、肺动脉压显著增高等异常 , 及时准确地获取血流动力学参数很关键。此外 , 评价心脏前负荷在指导容量管理和血管活性药的使用 , 对于在保证脏器正常灌注下避免容量过负荷造成肺水肿也有着重要作用 [3-4]。

其中病肺切除后供肺吻合时 , 为使供肺达到最佳的保存效果 , 须在术侧胸腔内、心脏表面堆放大量冰泥 , 直至供肺吻合完成后才能复温。在此期间麻醉医师还要处理一种比普通的胸腔手术更复杂的情况——单肺通气下全身常温、心脏局部低温的特殊的非生理状态 , 可能会加重原有的低氧血症和心功能不全。

轻度低体温可以降低心肌及各重要组织器官的代谢水平 , 增加其对缺血缺氧的耐受程度。有学者研究了体温过低的作用机制、生理反应和并发症 , 提示在纠正血容量减少的前提下 , 低体温不降低心肌收缩性或诱发低血压。心输出量的减少是

由于低体温诱导的心动过缓 , 但鉴于代谢率也降低了供需平衡 , 所以心肌收缩力得以保持或改善 , 且不会诱发心律失常 [5]。体温降低至 32℃ , 心脏仍然具有良好的心肌收缩功能 , 对血流动力学无影响 [6-8]。心脏自助循环恢复后 24h , 轻度低体温可以显著改善神经功能恢复和患者存活率。有研究调查了治疗性低体温对心脏骤停幸存患者血流动力学参数和心衰患者离体心肌收缩力的影响 , 发现随着温度下降 , 正性肌力药用量减少 , 而心肌收缩力在 27℃ 可以增加至 168% [9]。

但低体温带来的负面影响不容忽视 , 它可以引起心肌代谢性酸中毒 , 氧离曲线左移 , 组织缺氧 , 心肌细胞膜及线粒体受损 , 影响心肌细胞的功能。国内学者研究环境低温对非麻醉猪失血性休克血流动力学及氧代谢的影响时 , 显示低温使核心体温下降更加明显 , 低温组动物的病死率较室温组明显增加 ($P < 0.05$) [10]。在另一项浸泡性体温过低对犬心功能的影响研究中 , 随着动物体温下降 , 犬左心室内压值 (LVsP)、左心室内压最大上升 / 下降速率明显下降 , Q-T 间期延长 , 可见低温性 J 波 , 渐出现室颤 [11]。虽然动物数据显示 , 轻度低体温可改善心肌抢救效果 , 减少梗死面积 , 减少左心室重塑和更好的长期的左心室功能 , 但也有报道轻度低温麻醉造成的心肌伤害 , 包括降低心肌收缩力及心输出量 , 心电图描记的变化和心律失常 , 尤其是心动过缓。而恢复体温可以逆转这些有害影响 [12]。体温过低显著降低心肌收缩力 , 是由于强制降低了 Ca²⁺ 敏感性 , 而不是 Ca²⁺ 本身 , 归因于增强了心肌肌钙蛋白 磷酸化 [13]。

手术期间由于麻醉及术野暴露等因素造成机体的轻度低体温 (中心体温 34 ~ 36℃) , 可明显增加术中出血、术后感染及心肌不良事件的发生 , 延长了复苏时间 [14-15]。非体外循环下肺移植患者应防止低体温。低体温能加剧出血、导致心率异常 , 延长麻醉状态或出现其他并发症 [16]。

类似于在肺移植手术中面临的局部低温 , 有学者在进行心脏外科手术时发现 , 术中心脏表面放置冰泥用于心肌保护 , 但这些患者术后出现的急

性呼衰与心脏局部低温引起隔神经的冷损伤直接相关^[17]。Azarov 于兔纵隔内灌注冰盐水,使其体温从 38℃ 下降至 32℃ 时,发现心室复极时间呈不均匀延长,心肌复极顺序颠倒,体表电位出现 T 波倒置^[18]。Vaikshnoratie 在对蛙进行降低体温的观察时也有类似发现^[19]。这些研究提示我们在全身常温、心脏局部低温的状态下,可能会使肺移植术中已存在的血流动力学不稳定情况变得更为复杂。国内学者在对同种异体犬单肺移植早期血流动力学的观察的研究中指出,术中要根据供体情况调整血管活性药物的使用,才能有效地避免受体循环功能紊乱^[20]。麻醉中的循环管理应使用正性肌力和肺血管扩张药物,以便于维护心肺功能,减轻体液负荷。在保证循环功能稳定的基础上控制于略欠状态,尽可能限制液体入量^[21]。

本研究重点观察肺移植术首例病肺切除后、供肺吻合中,血流动力学的变化情况。结果提示,心脏表面放置冰泥可致局部心脏低温、食管温及血温降低,但不降低肛温,即对其他人体有的中心温度影响较少。局部心脏低温 1h 后,CO 和 CI 均明显降低,统计学差异显著。同时 SVI 也有所降低,但未显示有统计学差异,可能与资料例数较少有关。这一结果与国内其他学者的研究一致^[22-23]。提示在供肺吻合期间,由于肺动脉压显著升高,可导致右心功能不全、加剧全身血流动力学的变化。本研究中使用肺血管扩张药前列环素-1 和正性肌力药多巴胺等可以降低 PAP、维持 MAP、HR 的相对平稳。但 CO、CI 和 SVI 的显著降低,提示存在心肌收缩力下降、心泵减弱。在以后的病例中,应及早使用多巴酚丁胺、西地兰及米力农等加强心肌收缩力的药物可能对患者更为有利。

此外,在供肺吻合期间,并未加重患者的低氧血症,反而由于切除了一侧病肺,减少了严重的肺内分流,故能维持良好的动脉血氧分压,保证了单肺通气期间机体重要器官的氧供^[24]。

单肺移植术中供肺吻合时,在单肺通气、全身常温、心脏局部低温这一特殊麻醉状态下,不会加重患者的低氧血症,通过合理的容量管理和血管活性药物的使用,能维持稳定的血流动力学指标。但会出现 CO、CI、SVI 降低,提示存在心脏收缩功能下降,麻醉中应使用正性肌力血管活性药,以保证重要器官的血供。

[参考文献]

[1] Sommerwerck U1, Rabis T, Fleimisch P, et al. Lung transplantation[J]. Herz 2014, 39 (1): 74-83.

[2] Mahida RY, Wiscombe S, Fisher AJ. Current status of lung transplantation[J]. Chron Respir Dis 2012, 9 (2): 131-45.

[3] 严洁, 许红阳, 朱艳红. PiCCO 血流动力学监测在肺移植患者中的应用[J]. 中国呼吸和危重监护杂志 2010, 9 (2): 185-187.

[4] 唐富东, 李明星. 肺移植的麻醉管理[J]. 海南医学 2012, 23 (24): 133-135.

[5] Polderman KH. Mechanisms of action, physiological effects, and complications of hypothermia[J]. Crit Care Med 2009, 37 (7): S186-202.

[6] 李银平, 泰俭, 范振兴. 自主循环恢复后轻度低温对心室纤颤兔心功能和心肌结构的影响[J]. 中国危重病急救医学 2011, 23 (12): 743-748.

[7] 宿志宇, 李春盛. 低温复苏对猪心搏骤停后肺酶学和形态学的影响[J]. 中国危重病急救医学 2010, 22 (2): 85-87.

[8] 张双林, 赵松徐. 人工低温对猪肺血管阻力的影响[J]. 中华实验外科杂志 2011, 28 (8): 1256-1257.

[9] Jacobshagen C1, Pelster T, Pax A, et al. Effects of mild hypothermia on hemodynamics in cardiac arrest survivors and isolated failing human myocardium[J]. Clin Res Cardiol 2010, 99 (5): 267-276.

[10] 张成, 高广荣, 蒋会勇. 环境低温对非麻醉猪失血性休克血流动力学及氧代谢的影响[J]. 中华急诊医学杂志 2011, 20 (10): 1067-1070.

[11] 丁江舟, 司高潮, 雷呈祥. 浸泡性体温过低对犬心功能的影响[J]. 中华航海医学与高压医学杂志 2011, 18 (1): 20-22.

[12] Kelly FE1, Nolan JP. The effects of mild induced hypothermia on the myocardium: a systematic review[J]. Anaesthesia 2010, 65 (5): 505-515.

[13] Han YS1, Tveita T, Prakash YS, et al. Mechanisms underlying hypothermia-induced cardiac contractile dysfunction[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2010, 298 (3): 890-897.

[14] Rajagopalan S, Mascha E, Na J, et al. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement[J]. Anesthesiology 2008, 8 (1): 71-77.

[15] Kurz A. Thermal care in the perioperative period[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2008, 22 (1): 39-62.

[16] 陈晓凤, 李李, 龚子曦, 等. 非体外循环下序贯式双肺移植的麻醉处理[J]. 医学临床研究 2008, 25 (12): 2144-2146.

综上所述,改良 Epley 耳石复位法治疗 PC-BPPV 患者,可以有效降低患者的眩晕发作次数与复发率,提高患者的首次治愈率;Barbecue 翻滚法治疗 HC-BPPV 患者,有利于改善患者的临床治疗效果,是 HC-BPPV 患者的首选治疗方案。

[参考文献]

- [1] 李中秋. 良性阵发性位置性眩晕 [J]. 国际神经病学神经外科学杂志 2011, 38 (4) : 364-358.
- [2] 兰俊. 改良式耳石复位法治疗良性阵发性位置性眩晕疗效观察 [J]. 中国现代神经疾病杂志 2012, 12 (1) : 73-75.
- [3] 黄勇. 管石复位治疗良性阵发性位置性眩晕疗效分析 [J]. 现代中西医结合杂志 2011, 20 (36) : 4659-4660.
- [4] 郭进财. 耳石复位法配合苓桂术甘汤合泽泻汤治疗良性阵发性位置性眩晕疗效初探 [J]. 中国中医急症, 2013, 22 (9) : 1544-1545.
- [5] 肖桂荣. 良性阵发性位置性眩晕成功复位后残余头晕的研究 [J]. 中华全科医学 2013, 11 (12) : 1840-1842.
- [6] 刘振峰. 改良式耳石复位法联合中药治疗后半规管良性阵发性位置性眩晕疗效观察 [J]. 辽宁中医药大学学报 2014, 16 (5) : 102-105.
- [7] 李圣华. Epley 耳石复位法治疗后半规管良性阵发性位

置性眩晕的疗效观察 [J]. 临床神经病学杂志 2012, 25 (1) : 69-70.

- [8] 原红艳, 张淑香. SRM- 前庭功能诊疗系统治疗良性阵发性位置性眩晕疗效分析 [J]. 听力学及言语疾病杂志 2014, 22 (3) : 1331-1333.
- [9] 许翔. 联合手法复位治疗后半规管良性阵发性位置性眩晕疗效观察 [J]. 中国实用神经疾病杂志 2013, 16 (23) : 102-103.
- [10] 赵建民, 李慧. 位置性眩晕的几种手法复位疗效观察 [J]. 中国实用神经疾病杂志 2012, 16 (5) : 60-62.
- [11] 景坚, 赵子攀. 耳石复位法在分型诊治良性阵发性位置性眩晕中的应用 [J]. 实用临床医药杂志 2013, 17 (14) : 84-86.
- [12] 戚志强. 良性阵发性位置性眩晕复发的相关因素分析 [J]. 江苏医药 2012, 38 (2) : 236-237.
- [13] 贾建平. 耳石复位法治疗良性阵发性位置性眩晕后体位限制的必要性研究 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志 2013, 27 (16) : 910-913.
- [14] 洪娟. 改良 Epley 复位法联合倍他司汀治疗后半规管良性阵发性位置性眩晕的临床研究 [J]. 中国全科医学 2012, 15 (2) : 622-624.

(收稿日期 : 2014-08-04)

(上接第 15 页)

- [17] Cassese M, Martinelli G, Nasso G, et al. Topical cooling for myocardial protection : the results of a prospective randomized study of the "shallow technique" [J]. J Card Surg 2006, 21 (4) : 357-362.
- [18] Azarov JE, Shmakov DN, Vityazev VA, et al. Ventricular repolarization pattern under heart cooling in the rabbit [J]. Acta Physiol (Oxf) 2008, 193 (2) : 129-138.
- [19] Vaïkshnoratīe MA, Belogolova AS, Vitiazev VA, et al. Sequence of ventricular repolarization under body cooling in the frog [J]. Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova, 2007, 93 (10) : 1123-1131.
- [20] 陈德坚, 余革, 温晓晖. 同种异体犬单肺移植早期血流

动力学和肺功能的观察 [J]. 中国老年学杂志 2006, 26 (26) : 352-354.

- [21] 徐艳冰, 张孟元. 肺移植术的麻醉管理 [J]. 山东医药, 2008, 48 (36) : 109-110.
- [22] 王雁娟, 胡春晓, 王贵龙. 脉搏指示连续心排量技术在肺移植术中及术后的应用 11 例 [J]. 中华器官移植杂志 2009, 30 (11) : 650-652.
- [23] 胡春晓, 王谦, 王雁娟. 肺移植麻醉中血流动力学监测的临床研究 [J]. 临床麻醉学杂志 2010, 26 (11) : 950-952.
- [24] 胡毅平. 肺移植围麻醉期肺动脉压、混合静脉血氧饱和度及呼吸力学监测 [J]. 中国组织工程研究与临床康复 2009, 13 (5) : 887-890.

(收稿日期 : 2014-08-26)