

家兔心跳骤停复苏模型的研究进展*

田苗苗 张 兵 李文志[△]

(哈尔滨医科大学附属第二医院麻醉科, 黑龙江省麻醉与危重病学研究重点实验室 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要 心跳骤停是临床医学中最为危急的事件之一,其发生发展过程涉及了一系列的病理生理学改变。近几年来,有关心跳骤停复苏的研究有很多,也取得了一定的进展,但关于其各种不同类型心跳骤停的病理生理学改变的理解仍不是十分的全面,其有效地治疗药物和治疗手段也仍需要进一步的研究。因此,成功地制备与人类心跳骤停相似的动物模型就显得非常必要来,这不仅是深入研究心跳骤停复苏病理生理学改变的重要基础和研究途径,也是研制其治疗药物及方法的有效手段。本文重点讨论家兔各种类型心跳骤停复苏模型不同的研究方法。

关键词 心跳骤停;心肺复苏;动物模型;家兔

中图分类号 Q95-3, R541.78 **文献标识码** A **文章编号** 1673-6273(2012)21-4197-04

Progress of Animal Model of Cardiac Arrest and Resuscitation in Rabbits*

TIAN Miao-miao, ZHANG Bing, LI Wen-zhi[△]

(Department of Anesthesiology, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Heilongjiang Key Laboratory of Anesthesiology and Intensive Care Research & Key Laboratory for Basic Theory and Application of Anesthesiology of the Heilongjiang Higher Education Institution, Harbin 150086, China)

ABSTRACT: Cardiac arrest is one of the most critical events in the clinical medicine, involving a series of pathophysiological changes. In recent years, there are many researches about cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation and have achieved some progress, however, if they are not enough, the explanation of the pathophysiological changes in different types of cardiac arrest is not very comprehensive, and the effective drugs and treatments which will benefit cardiac arrest also still need further study. The succeeded establishment of different types of animal model of cardiac arrest and resuscitation that similar to human is not only the important foundation and research approach for further study of the pathophysiology in various types of cardiac arrest, but also the necessary means for the research of much more effective drugs and treatment which will benefit the patients who suffered cardiac arrest. This paper mainly focused on the different research methods in various types of cardiac arrest animal model in rabbits.

Key words: Cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Animal model; Rabbit

Chinese Library Classification: Q95-3, R541.78 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2012)21-4197-04

心跳骤停是临床上最常见的紧急事件,是对临床医师最严峻的挑战之一。近几年来,有关心跳骤停的研究有很多,而心跳骤停复苏动物模型的成功建立无疑为心肺脑复苏新方法和药物的研究提供了重要的实验基础。大鼠等小动物由于血容量少而不利于复苏后血流动力学的持续观察,而猪、犬等大动物又比较昂贵,操作不方便,居于二者之间的家兔兼具了大、小动物的优点而成为近期常用的研究对象。因此,我们根据近几年国内外的研究情况对家兔心跳骤停复苏模型的建立进行了综述。

1 电刺激法

1.1 经胸壁电刺激

该方法是指将电流通过置于胸壁的电极刺激家兔而导致心室颤动的方法。家兔麻醉后,气管插管行机械通气,右颈总动脉监测血压,股静脉用于给药。两致颤电极分别置于左胸部皮下和经胸壁插入心外膜下,电极放置后接交流电(6 V, 50 Hz)

致颤,诱发时间 5~10 s,可反复诱发直至达到室颤标准^[1-3]。动脉搏动消失和血压迅速下降至接近 0 mmHg。心电图示室颤波形。室颤诱导成功后关闭呼吸机,3 min 后开始复苏。机械通气的同时给予胸外按压,按压频率 200 次/min,深度为胸廓前后径的 1/3,静脉注射肾上腺素 20 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot 3\text{min})$ 。如按压 2 min 后未恢复自主循环 (return of spontaneous of circulation, ROSC),则 25 J 能量电除颤,直至室上性节律恢复,并 $\text{MAP} \geq 60 \text{ mmHg}$ 持续 10 min 以上。如复苏 15 min 后未达到 ROSC,为复苏失败。

Li Xiang 等^[4]经胸壁电极给予 50 V 交流电刺激 5 s,可重复刺激直至心电图显示室颤波形和左室压为 0 mmHg。1 min 后开始复苏。机械通气和胸外按压,肾上腺素 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 静脉注射后以 60 J 能量电除颤,如无效,则以 20 J 递增,直至除颤能量为 100 J,如此时仍未复苏成功,则放弃抢救。复苏成功的标准为心脏恢复自主节律伴有 $\text{MAP} \geq 60 \text{ mmHg}$ 持续 5 min 以上。

* 基金项目 国家自然科学基金资助项目(81000822) 黑龙江省青年科学基金资助项目(QC2010056)

作者简介 田苗苗 (1986), 硕士,主要研究方向 围术期器官功能保护,电话:15114672286, E-mail: tianmiao518@126.com

[△]通讯作者 李文志, E-mail: wenzhili9@126.com

(收稿日期 2012-03-08 接受日期 2012-03-31)

魏捷等^[5]用 70 V 交流电经胸壁电极刺激家兔 5 s,必要时反复,直至心电图示室颤波形、MAP ≤ 20 mmHg,持续 5 min 后应用肾上腺素、利多卡因和电除颤进行复苏,直至心电图示自主心率合并 MAP > 80 mmHg。

此种方法技术简单,易于操作,但经胸壁电刺激致颤所需的电压较大,一般均需要几十伏,而大电压容易造成皮肤烧伤和骨骼肌痉挛等,对全身的其它器官和血流动力学等都有很大的影响而不利于后续观察。此外,动物胸壁厚度的差异和电极位置的偏差均会影响致颤的效果及复苏成功率,使得该模型的稳定性和可重复性均较差。

1.2 开胸直视电刺激

3%戊巴比妥钠 30 mg/kg 麻醉家兔后,气管插管行机械通气。股动脉置管监测血压,并监测 II 导联心电图。沿左侧第四肋间开胸,剪断二、三、四肋骨暴露心脏,剪开心包做心包床。刺激器正极于心尖部,负极于主动脉根部,用频率 120 Hz、波宽 2.8 ms、电流 20 mA 的方波刺激 5 s 以诱发室颤,室颤诱导成功后关闭呼吸机,3 min 后打开呼吸机行机械通气并挤压心脏行人工复苏^[6]。SU 等^[7]也应用该模型研究 cGMP 及其蛋白激酶对心室肌收缩力的影响。在麻醉家兔后,于第五肋间开胸后用刺激器直接刺激心脏导致心室颤动后关闭呼吸机,维持 10 min 后行心肺复苏。直视下心脏按压并给予电除颤,直至回复自主循环。

钟清玲等^[8]用 6~12 V 交流电经置于心尖部和右心底部的电极刺激 3~6 s,导致血压下降、心电图显示室颤波形后停止机械通气,5 min 后开始复苏。机械通气并行心内按压,按压频率为 100 次/min。开始复苏 2 min 后静脉注射肾上腺素 20 μ g/kg,每 3 min 重复一次,如复苏 9 min 后仍未达到 ROSC,则 6~10 J 能量电除颤直至 ROSC。心电图显示正常波形,伴有主动脉压 > 60 mmHg 至少持续 10 min。余猛进等^[9]用微电压(1 V)交流电间断刺激心外膜的方法制备家兔室颤模型。两致颤电极分别置于心底和心尖部,1 V 微电压电刺激 10 s 后即可出现室颤。MAP 降至 30 mmHg 以下且脉搏消失,心电图示室颤波形。室颤持续 4 min 后开始复苏。心脏自动复跳者行机械通气,给予 5%碳酸氢钠 2 mL/kg,并用多巴胺维持 MAP ≥ 75 mmHg。不能自动复跳者,立即直视下心脏按压,同时行机械通气,并予肾上腺素 15 μ g/kg,利多卡因 2 mg/kg 静脉注射,必要时可重复给药直至心脏复跳。熊晶等^[10]应用 6 V 的交流电刺激位于心尖和右心房出的电极 6~8 s,也可以很好的建立家兔市场心跳骤停模型。

开胸直视电刺激心脏可以更好的模拟临床上室颤的发生过程,又因为电流较小仅通过心脏,对于心脏以外的其他器官影响较小,更接近于临床实际,复苏的成功率较高,模型比较稳定。但开胸本身就是一个很大的刺激,对家兔的血流动力学有很明显的影响,不利于家兔复苏后的观察,因此逐渐被其他方法所取代,但目前仍有较多的应用。

1.3 经右心室导管电刺激

家兔麻醉后,气管插管行机械通气,经右股动脉置入导管至右心室并置入致颤电极后,用 10 V,60 Hz 的交流电刺激右心室内膜 2 s 以诱导室颤^[11],当心电图显示室颤和主动脉收缩

压突然消失时判定为心跳骤停。室颤 4 min 后开始电除颤复苏,初始电压为 300 V,如无效,则以 200 V 能量递增,直至达到 ROSC。三次除颤后仍未达到 ROSC 者为复苏失败。Kii N 等^[12]也应用 1.0~1.5 V,60 Hz 的交流电刺激右心室诱导室颤模型以研究麻醉药对心跳骤停复苏内源性儿茶酚胺释放的影响。

康舟军等^[13]由颈内静脉置入电极至右心室,用脉宽 2 ms,电压 5 V,频率 500 次/min 的电流刺激右心室内膜直至心电图显示室颤图形和血压接近 0 mmHg。室颤维持 10 min 后开始复苏:机械通气的同时胸外按压,静脉注射肾上腺素 15 μ g/kg、5%碳酸氢钠 2 mL/kg 和利多卡因 2 mg/kg,复苏 10 min 未达到 ROSC 者开始电除颤,直至 ROSC。

该方法致颤效果确切,复苏率也较高,与前两种方法相比更接近于临床实际,近年来的应用也逐渐增多。但该方法对设备及人员的要求较高,右心室内刺激点击的置入所需技术也比较复杂,在一定程度上限制了该方法的应用。

1.4 经食管电刺激

该方法是指将刺激电极置入食管相应位置,进而进行电刺激而导致心室颤动的方法。M. Chenoune 等^[14]在麻醉家兔后,将两个刺激电极分别植入胸壁和食管内,用 10 V,4 mA 的交流电刺激电极 2 min 并关闭呼吸机,成功诱导室颤并维持 5 min 后开始心肺复苏:于心前区行心脏按压(按压频率为 200 次/min)静脉给予肾上腺素 15 μ g/kg 并用 5~10 J/kg 的能量进行电除颤,直至达到欧 ROSC。出现室上性自主心律合并 MAP ≥ 40 mmHg 并至少持续 1 min。该方法简便易行,但食管电极的植入深度不易掌握,而这也是影响该模型致颤效果的主要因素。

目前,心脏性猝死的最常见原因是心室颤动,80%的心跳骤停是由室颤引起的。因此,室颤心跳骤停复苏的动物模型的研究就可以使大家更好的了解这一过程的病理生理变化,从而为新的复苏药物和方法的研究提供有力的保证。该模型和其他模型相比,心跳骤停诱导时间短,复苏成活率较高,缺点是大鼠电刺激致室颤后有很高的自发除颤率,使得模型的建立不是十分的确切。电流的大小对实验结果有很大的影响。电流较小时会增加大鼠的自发除颤率,电流较大时则会引发组织电灼伤,且会增加全心停搏的发生。

2 窒息法

家兔麻醉后固定,气管插管,保持室内自主呼吸,右颈总动脉监测血压,股静脉给药。经股静脉给予维库溴铵 0.1 mg/kg 防止实验中可能出现的喘息样动作。于呼气末夹闭气管致缺氧型心脏骤停,心跳骤停的判断标准^[15,16] MAP < 10 mmHg 或脉压消失,心电图显示心室颤动、全心停搏或无脉性电活动。夹闭气管 8 min 后开始复苏。机械通气及胸外按压,静脉注射肾上腺素 15~20 μ g/kg,每 3 min 重复一次,直至 ROSC。心电图显示室上性心律,且收缩压(systolic blood pressure, SBP) ≥ 50 mmHg 至少持续 5 min^[15]。复苏开始 20 min 后仍未达到 ROSC 者为复苏失败。

Martin Cour 等^[17]应用该模型研究抑制线粒体通透性对心跳骤停后综合征的影响:夹闭气管直至心跳骤停 MAP < 10

mmHg 和 HR < 30 次/min, 15 min 后开始复苏 机械通气的同时胸内心脏按压, 静脉注射肾上腺素 20 μ g/kg, 每 3 min 重复一次, 直至心电图示自主心律伴有 MAP > 20 mmHg 和 HR > 100 次/min。G.Cave 等^[18]在麻醉家兔后, 静脉注射维库溴铵 0.1 mg/kg 后诱导电机械分离: 心电图显示电机械分离合并 MAP $\leq$ 20 mmHg。维持 2 min 后开始心肺复苏 心前区心脏按压(按压频率为 160~180 次/min); 机械通气; 并于心脏按压 5 min 后给予肾上腺素 100 μ g/kg, 1 min 后可重复给药直至达到 ROSC, ROSC 的标准为 MAP > 35 mmHg 持续 1 min 以上。而 Martyn Harvey 等^[19]认为 MAP $\leq$ 20 mmHg 和主动脉搏动波消失即可判定为心跳骤停, 而 SBP > 50 mmHg 持续 3 min 以上为 ROSC。

该窒息心跳骤停复苏模型主要是模拟临床上气管异物或者溺水等导致的窒息所引起心跳骤停的病理生理过程。本方法所需设备简单, 成本低, 可操作性和可重复性均较强, 在任何实验室均可进行。此外, 由于不用开胸, 对心脏影响小, 更接近临床实际, 血液动力学变化也更趋于准确。这种模型复苏成功率较高, 模型比较稳定, 复苏后心率、血压很快恢复至夹管前水平, 血流动力学稳定, 便于后续研究, 具有较大的研究推广应用价值, 是目前该领域中应用较多的一种。

3 大血管阻塞法

孙宗立等^[20]20%乌拉坦 5 mL/kg 麻醉兔后, 气管插管行机械通气, 股动脉监测血压。沿左侧第四肋间开胸, 并剪断二、三、四肋骨, 充分暴露心脏后, 用动脉夹将主动脉和腔静脉夹闭, 同时关闭呼吸机。3 min 后取下动脉夹, 打开呼吸机, 观察心跳恢复情况。对心跳不能自行复苏者, 用挤压心脏的方法进行复苏。该方法主要是模拟临床上电机械分离的病理生理过程, 但是由于开胸本身的影响以及动脉夹夹闭血管位置和时间的差异, 使得本模型和临床实际情况仍有一定的差异, 但仍能较好的反应出临床上相关疾病的生理病理过程。

4 停搏液灌注法

3%戊巴比妥钠 30 mg/kg 经耳缘静脉麻醉后, 气管插管, 经右颈内静脉置管进入右心房, 0.5 M 的 KCl 溶液 4~6 mL 自右心房导管快速注入, 可使心搏于 10 s 内停止。心跳骤停的判定: 血压波形消失。此心跳骤停后静脉注射肾上腺素 50 μ g/kg 并用闭胸式体外循环进行复苏^[21]。该方法普遍适用于各种动物。但复苏时需要适宜的体外循环装置, 在一定程度上限制了该种方法的应用。但与标准胸外心脏按压或开胸心脏按压复苏法比较, 本方法中应用的体外循环可精确掌握自循环骤停到机体获得有效组织再灌注的时间, 故更利于观察复苏的效果。

5 布比卡因注射法

耳缘静脉注射 20% 乌拉坦 1.0~1.2 g/kg 麻醉兔后气管插管, 注射维库溴铵 0.4 mg/kg 后行机械通气。股动脉监测血压和心率。胸骨正中开胸暴露心脏后, 经耳缘静脉注射 0.75% 盐酸布比卡因 10 mg/kg(用生理盐水稀释到 10 mL), 6 min 内注射完毕。当心电图出现心室颤动、电机械分离或全心停搏, 且股动脉不能触摸到搏动时, 判断为心脏停搏。之后立即行胸内心脏按

压直至 MAP $\geq$ 60 mmHg, 如复苏 30 min 后未达到 ROSC 为复苏失败^[22]。

Martyn Harvey 等^[23]在 5 s 内经耳缘静脉注射布比卡因 10 mg/kg, 30 s 后开始复苏 机械通气的同时行胸外按压, 并给予肾上腺素或者脂肪乳剂来观察其对布比卡因诱导的心跳骤停复苏效果的影响。G Cave 等^[24,25]也应用该模型研究高张生理盐水对布比卡因中毒后的复苏效果。

这种模型很好的模拟了临床上局麻药中毒的病理生理过程, 为麻醉医师对麻醉意外事件的理解和处理提供了新的思路和方法, 同时也为临床麻醉工作提供了巨大的保障。

6 小结与展望

综上所述, 家兔心跳骤停复苏模型有很多不同的种类, 分别可以反映各种不同情况所导致的心跳骤停的病理生理过程。尽管近几年对其的研究较多, 取得的成绩也为临床医生的工作提供了很大的帮助, 但是仍和临床的实际情况一定的差距。因此, 我们仍需要不断努力, 继续深入研究, 对现有的心跳骤停复苏模型进行改进和完善, 争取早日制备出更符合临床实际情况的理想的心跳骤停复苏的动物模型, 并以此促进心肺复苏新药物以及新的治疗方法的研发与更新, 从根本上提高我国心肺脑复苏的研究水平。

参考文献(References)

- [1] Hu CL, Wei HY, Liu ZY, et al. Investigation of the Relationship Between Ventricular Fibrillation Duration and Cardiac/Neurological Damage in a Rabbit Model of Electrically Induced Arrhythmia [J]. J Trauma, 2010, 69(6): 1442-1447
- [2] 杨小华, 冯友繁, 李培杰, 等. α -甲基去甲肾上腺素对家兔心肺复苏后早期心功能及心肌组织形态学影响的实验研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2010, 19(1): 11-15
Yang Xiao-hua, Feng You-fan, Li Pei-jie, et al. Effects of α -methyl-norepinephrine on cardiac function and myocardium at early stage of postresuscitation in rabbits[J]. Chin J Emerg Med, 2010, 19(1): 11-15
- [3] Chun-Lin H, Jie W, Xiao-Xing L, et al. Effects of therapeutic hypothermia on coagulopathy and microcirculation after cardiopulmonary resuscitation in rabbits [J]. American Journal of Emergency Medicine, 2011, 29(9): 1103-1110
- [4] LI Xiang, LI Pei-jie, HE Yun-fen, et al. Effects of short-acting β -adrenergic blocker on B-type natriuretic peptide at early stage of postresuscitation in rabbits[J]. Chin Med J, 2006, 119(10): 864-867
- [5] 魏捷, 李玲莉, 朱珊珊, 等. 超早期亚低温对兔心肺复苏后的脑保护作用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 27(7): 444-445
Wei Jie, Li Ling-li, Zhu Shan-shan, et al. Neuroprotective effects of mediate hypothermia at the super early stage of cardiopulmonary resuscitation in rabbits [J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005, 27(7): 444-445
- [6] 王学廷, 赵荣波, 孟丽娟, 等. 介绍一种新的兔心跳骤停模型[J]. 实验室研究与探索, 2003, 22(6): 53-54
Wang Xue-ting, Zhao Rong-bo, Meng Li-juan, et al. Introduction of the New Model of Sudden Cardiac Arrest of Rabbit[J]. Research And Exploration In Laboratory, 2003, 22(6): 53-54
- [7] Su J, Scholz PM, Tse J, et al. Effects of cyclic GMP and its protein ki-

- nase on the contraction of ventricular myocytes from hearts after cardiopulmonary arrest [J]. Can. J. Physiol. Pharmacol, 2004, 82(11): 986-992
- [8] 钟清玲,刘繁荣,熊晶,等.肾上腺素持续给药与间断给药对心室纤颤兔血流动力学的影响 [J]. 中国危重病急救医学,2007, 19(4): 242-243
- Zhong Qing-ling, Liu Fan-rong, Xiong Jing, et al. Effects of epinephrine continue infusion and interruption administration on hemodynamic in ventricular fibrillation in rabbits [J]. Chin Crit Care Med, 2007, 19(4): 242-243
- [9] 余猛进,曹晖,梅冰,等.巴曲酶对兔全脑缺血-再灌注损伤的保护作用[J].中国现代医药杂志,2006, 8(12): 6-8
- Yu Meng-jin, Cao Hui, Mei Bing, et al. Neuroprotective effect of Bactroxobin in rabbits with global ischemia reperfusion [J]. Morden Medicine Journal of China, 2006, 8(12): 6-8
- [10] 熊晶,王能霞,刘焕兵,等.肝素钠和小剂量高渗盐水对复苏后兔小肠微循环灌注障碍的影响[J].南昌大学学报(医学版),2011, 51(5): 10-14
- Xiong Jing, Wang Neng-xia, Liu Huan-bing, et al. The Effect of Heparin and Small Volume Hypertonic Saline on the Post-resuscitation Intestine Microcirculation Perfusion Disorder of Rabbits [J]. Acta Acadamiacae Medicinae Jiangxi, 2011, 51(5): 10-14
- [11] Jing-quan Zhong, Gabriel Laurent, Petsy Pui-Sze So, et al. Effects of Rotigaptide, a Gap Junction Modifier, on Defibrillation Energy and Resuscitation From Cardiac Arrest in Rabbits [J]. Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics, 2007, 12(1): 69-77
- [12] Kii N, Adachi N, Yorozuya T, et al. Suppression of endogenous catecholamine release by anesthetics during cardiopulmonary resuscitation in the rabbit[J]. Can J Anaesth, 2004, 51(4): 404-405
- [13] 康舟军,余猛进,梅冰,等.东菱克栓酶在心脏骤停兔心肺复苏时的治疗作用[J].中国急救医学,2005, 25(2): 114-115
- Kang Zhou-jun, Yu Meng-jin, Mei Bing, et al. Effect of Bactroxobin on the resuscitation of cardiac arrest rabbits [J]. Chin J Crit Care Med, 2005, 25(2): 114-115
- [14] M. Chenoune, F. Lidouren, C. Adam, S. Pons, et al. Ultrafast and Whole-Body Cooling With Total Liquid Ventilation Induces Favorable Neurological and Cardiac Outcomes After Cardiac Arrest in Rabbits[J]. Circulation, 2011, 124: 901-911
- [15] Chen Meng-hua, Xie Lu, Liu Tang-Wei, et al. Epinephrine, but not vasopressin, improves survival rates in an adult rabbit model of asphyxia cardiac arrest [J]. American Journal of Emergency Medicine, 2007, 25(5): 509-514
- [16] 顾彩虹,王立祥,梁立武,等.两种复苏方法对心跳骤停免复苏效果的比较[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2009,4(2):85-87
- Gu Cai-hong, Wang Li-xiang, Liang Li-wu, et al. Effects of heart compression under diaphragm on cardiopulmonary resuscitation: a comparative study with rabbits [J]. China Journal of Emergency Resuscitation and Disaster Medicine, 2009, 4(2): 85-87
- [17] Martin Cour, Joseph Loufouat1, Melanie Paillard, et al. Inhibition of mitochondrial permeability transition to prevent the post-cardiac arrest syndrome: a pre-clinical study [J]. European Heart Journal, 2011, 32(2): 226-235
- [18] G Cave, M Harvey. Intralipid infusion in rabbits asphyxial pulseless electrical activity: a pilot study[J]. European Journal of Anaesthesiology, 2008, 25(5): 428-430
- [19] Martyn Harvey, Grant Cave, Alex Kazemi. Intralipid Infusion Diminishes Return of Spontaneous Circulation After Hypoxic Cardiac Arrest in Rabbits[J]. Anesthesia and analgesia, 2009, 108(4): 1163-1168
- [20] 孙宗立,王学廷,李正斌,等.兔心脏骤停模型方法的建立[J].中国应用生理学杂志,2002,18(1):87
- Sun Zong-li, Wang Xue-ting, Li Zheng-bin, et al. Establishment of cardiac arrest animal model in rabbits [J]. Chinese Journal of Applied Physiology, 2002, 18(1): 87
- [21] Xing Xu, Yuan Zhou, Qiong Ma, et al. Establishing a resuscitation model in rabbits with closed thoracic cardiopulmonary by-pass [J]. Resuscitation, 1994, 27(1): 61-66
- [22] 罗中兵,王杨,李文献,等.脂肪乳剂复合肾上腺素对布比卡因诱发兔心脏停搏的复苏效果[J].中华麻醉学杂志,2010, 30(2): 140-142
- Luo Zhong-bing, Wang Yang, Li Wen-xian, et al. Resuscitation of bupivacaine-induced cardiac arrest with lipid emulsion combined with epinephrine in rabbits [J]. Chinese Journal of Anesthesiology, 2010, 30(2): 140-142
- [23] Martyn Harvey, Grant Cave, Gaynor Prince, et al. Epinephrine Injection in Lipid-Based Resuscitation from Bupivacaine-Induced Cardiac Arrest: Transient Circulatory Return in Rabbits [J]. Anesthesia and analgesia, 2010, 111(3): 791-796
- [24] G. Cave, MG. Harvey, T Winterbottom. Evaluation of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland lipid infusion protocol in bupivacaine induced cardiac arrest in rabbits [J]. Anaesthesia, 2009, 64(7): 732-737
- [25] G Cave, M Harvey, G Prince, et al. Effect of hypertonic saline on electrocardiography QRS duration in rabbit model of bupivacaine toxicity resuscitated by intravenous lipid [J]. Anaesthesia, 2010, 65 (8): 792-798