

基于脉搏血氧波形识别心肺复苏中自主循环恢复的研究

李晨 徐军 韩飞 郑亮亮 付阳阳 姚冬奇 张晓磊 朱华栋 郭树彬 于学忠

【摘要】 目的 通过观察心肺复苏(CPR)时脉搏血氧波形的特征变化,探讨基于脉搏血氧技术的无创、简便、快速的自主循环恢复(ROSC)识别方法。方法 描述性研究。建立小型猪心室纤颤(室颤)模型,室颤持续3 min后按照CPR指南进行胸外按压(按压深度为5 cm,频率为105次/min),同时连接呼吸机辅助呼吸,复苏2 min后给予100 J双向波电除颤,再次立即进行胸外按压。实时记录CPR过程中血流动力学参数、呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)及脉搏血氧波形,应用时域结合频域波形分析技术评价围CPR期脉搏血氧波形的变化特征。结果 除1只动物死于麻醉诱导阶段外,其余6只均诱发室颤成功。①室颤后动物有创血压及脉搏血氧波形消失;胸外按压时 $P_{ET}CO_2$ 为 (18.83 ± 2.71) mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),动脉舒张压为 (23.83 ± 5.49) mmHg;除颤后1 min内 $P_{ET}CO_2$ [(51.83 ± 9.35) mmHg]和动脉舒张压 [(100.67 ± 10.97) mmHg]均较按压时明显增高($t_1=8.737$ 、 $t_2=25.860$,均 $P=0.000$),且出现动脉血压波形,提示ROSC。②成功入组动物均出现脉搏血氧波形特征性改变,其在诱发室颤—胸外按压—ROSC—停止按压各阶段的时域波形表现为:波形消失—规律按压波—波动融合波—稳定脉搏波;频域波形表现为:波形消失—单纯按压峰—双峰或融合峰—单纯脉搏峰。结论 通过时域结合频域的方法分析脉搏血氧波形特征性变化,不仅能及时发现心脏搏动,还有助于快速识别CPR过程中的ROSC。

【关键词】 脉搏血氧波形; 自主循环恢复; 心肺复苏; 时域法; 频域法

The role of pulse oximetry plethysmographic waveform monitoring as a marker of restoration of spontaneous circulation: a pilot study Li Chen*, Xu Jun, Han Fei, Zheng Liangliang, Fu Yangyang, Yao Dongqi, Zhang Xiaocui,

Zhu Huadong, Guo Shubin, Yu Xuezhong. * Department of Emergency, Peking Union Medical College Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Yu Xuezhong, Email: yxz@medmail.com.cn

【Abstract】 Objective To investigate the feasibility of using pulse oximetry plethysmographic waveform (POP) to identify the restoration of spontaneous circulation (ROSC) during cardiopulmonary resuscitation (CPR). **Methods** An observational research was conducted. A porcine model of ventricular fibrillation (VF) arrest was reproduced. After 3 minutes of untreated VF, animals received CPR according to the latest CPR guidelines, providing chest compressions to a depth of 5 cm with a rate of 105 compressions per minute and instantaneous mechanical ventilation. After 2 minutes of CPR, animals were defibrillated with 100 J biphasic, followed by continuous chest compressions. Data of hemodynamic parameters, partial pressure of end-tidal carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) and POP were collected. The change in POP was observed, and the characteristics of changes of the waves were recorded during the peri-CPR period using the time and frequency domain methods. **Results** VF was successfully induced in 6 pigs, except 1 death in anesthesia induction period. ① After VF, invasive blood pressure waveform and POP of the animals disappeared. $P_{ET}CO_2$ was (18.83 ± 2.71) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), and diastolic arterial pressure was (23.83 ± 5.49) mmHg in compression stage. Animals attained ROSC within 1 minute after defibrillation, with $P_{ET}CO_2$ [(51.83 ± 9.35) mmHg] and diastolic arterial pressure [(100.67 ± 10.97) mmHg] elevated significantly compared with that of compression stage ($t_1 = 8.737$, $t_2 = 25.860$, both $P = 0.000$), with appearance of arterial blood pressure waveform. ② Characteristic changes in POP were found in all experimental animals. During the stages of induced VF, compression, ROSC, and compression termination, POP showed characteristic waveform changes. POP showed disappearance of waveform,

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.03.009

基金项目:首都卫生发展科研专项(2011-4001-04);国家卫生和计划生育委员会行业基金(201502019);国家临床重点专科建设项目(2012-650)

作者单位:100730 北京,中国医学科学院北京协和医院急诊科(李晨、徐军、付阳阳、姚冬奇、朱华栋、郭树彬、于学忠);518057 广东深圳,迈瑞生物医疗电子股份有限公司(韩飞、张晓磊);100730 北京,北京医院急诊科(郑亮亮)

通讯作者:于学忠, Email: yxz@medmail.com.cn

regular compression wave, fluctuation hybrid and stable pulse wave in time domain method; while in the frequency domain method waveform disappearance, single peak of compression, double or fusion peak and single peak of pulse were observed. **Conclusion** Analysis of POP using time and frequency domain methods could not only quickly detect cardiac arrest, but also show a role as a feasible, non-invasive marker of ROSC during CPR.

【Key words】 Pulse oximetry plethysmographic waveform; Restoration of spontaneous circulation; Cardiopulmonary resuscitation; Time domain method; Frequency domain method

心搏骤停是主要致死原因之一,研究显示,循环系统疾病是导致猝死的主要原因,改善院内外心搏骤停救治水平是提高抢救成功率的关键^[1-4]。心肺复苏(CPR)是心搏骤停的主要抢救方法,包括胸外按压质量调控、按压通气协调实施、除颤时机选择等,高质量的胸外按压是患者能否被抢救成功的决定性因素^[5-7]。有研究表明,胸外按压过浅、胸廓未能充分回弹以及按压间断时间过长均可降低患者的生存率^[8-11]。因此,最新国际CPR指南不仅强调高质量按压,还强调尽可能减少中断按压、中断时间不超过10 s,电除颤后立即进行胸外按压等,使胸外按压时间占总CPR时间达80%以上^[12-14]。

然而,自主循环恢复(ROSC)常出现在胸外按压过程中,这势必会导致胸外按压形成的人工循环与刚刚恢复的自主循环相互干扰,在血流动力学上可能产生负向效应^[15],甚至导致心室纤颤(室颤)等恶性心律失常^[16-17]的发生,引起再次心脏停搏。因此在CPR过程中,特别是胸外按压过程中,识别ROSC显得尤为重要。目前,临床上识别ROSC的方法主要包括有创血流动力学监测[如动脉血压、冠状动脉灌注压(CPP)]和呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)^[18-21],但因其有创、操作复杂且价格昂贵,未能广泛应用于急诊。而临床迫切需要一种在CPR过程中能够识别ROSC的无创、有效且易行的方法。

由于脉搏血氧的获取具有无创、便捷等特点,已成为临床上危重症患者常规监测参数之一。最近有研究发现,脉搏血氧波形能实时反映患者的循环状态^[22-23]。在临床CPR实践中,心搏骤停后脉搏血氧波形立即消失,复苏过程中复苏质量越高,脉搏血氧波形越佳^[24],出现ROSC后脉搏血氧波形可能再次发生特征性变化。本研究旨在分析CPR时脉搏血氧波形特征变化,探讨基于脉搏血氧波形建立无创、简便的ROSC识别方法。

1 材料与方法

1.1 研究对象:健康清洁级雄性小型长白猪7只,体质量(27.71 ± 5.02) kg,由中国医学科学院北京协和医院动物实验中心采购及喂养(动物许可证号:

SCXK 2010-0028)。

1.2 模型制备:动物均于实验前禁食12 h,肌肉注射3%戊巴比妥钠1 mL/kg、地西洋10 mg诱导麻醉,仰卧位固定,静脉泵入丙泊酚5~10 mg/min维持麻醉。麻醉成功后,动物尾部备皮,连接血氧探头;胸腹部备皮,连接心电电极;经气管插管(6.5F)连接V1000型呼吸机(德国伟康公司),将 $P_{ET}CO_2$ 传感器连接至气管插管与呼吸机管路之间,呼吸机设定为容量控制模式:潮气量(V_T)8~10 mL/kg,呼吸频率(RR)10次/min,维持 $P_{ET}CO_2$ 35~45 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),吸入氧浓度(FiO_2)按需调节,维持血氧饱和度在0.95~0.99;于右股动脉置入动脉内压力导管(4Fr,德国Pulsion医疗系统公司)至腹主动脉,监测有创动脉血压,以上所有参数监测连接于T8监护仪(深圳迈瑞公司)。于右颈内静脉Seldinger法置入鞘管,放置诱发室颤电极导管(6F,美国圣犹达医疗公司)至右心室以备诱发室颤。待动物稳定30 min后连接诱发室颤设备,24 V/50 Hz交流电通电1 s,以出现典型室颤波、动脉血压波形及脉搏血氧波形消失与否来判断诱发室颤结果。

本实验动物处置方法符合动物伦理学标准。

1.3 研究方法:以室颤开始为0点,经3 min无处理阶段后使用心肺复苏机(WISH-SL-FS-A型,武汉三龙科技公司)进行胸外按压,按压深度5 cm,频率105次/min^[8-9];同时连接呼吸机辅助呼吸(V_T 为8~10 mL/kg,RR为10次/min, FiO_2 为1.00);复苏2 min,予100 J双向波电除颤,除颤后立即胸外按压;根据 $P_{ET}CO_2$ 、动脉血压波形及心电判断ROSC后停止按压。8 min时,静脉注射15%氯化钾10 mL处死动物。ROSC判断标准^[25]: $P_{ET}CO_2$ 突然增高并达到35~40 mmHg以上;动脉血压增高且出现规律的血压波形。

1.4 观察指标及方法:记录基础状态、诱发室颤成功、胸外按压、除颤后ROSC时的脉搏血氧波形、 $P_{ET}CO_2$ 和动脉血压。脉搏血氧波形由T8监护仪记录,导出并备份数据后,使用MATLAB 2012a专用软件的时域结合频域波形分析技术分析波形特征。

1.5 统计学处理:脉搏血氧波形分析采用描述性方法。数据处理采用 SPSS 15.0 软件,正态分布计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,配对样本组间比较采用 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 复苏过程中生理参数改变 (表 1):除 1 只动物于麻醉诱导阶段意外死亡外,其余 6 只猪均于除颤后 1 min 内出现 ROSC。室颤后动物有创血压和脉搏血氧波形消失;除颤后 $P_{ET}CO_2$ 和动脉舒张压均较胸外按压时明显增高 ($t_1 = 8.737, t_2 = 25.860$, 均 $P = 0.000$),且出现动脉血压波形,提示 ROSC。

表 1 心脏停搏室颤猪复苏过程中生理参数的变化 ($\bar{x} \pm s$)

时间	动物数 (只)	$P_{ET}CO_2$ (mmHg)	动脉舒张压 (mmHg)
基础状态	6	40.00 ± 4.00	120.00 ± 12.88
诱发室颤成功	6	0	19.17 ± 1.47
胸外按压	6	18.83 ± 2.71	23.83 ± 5.49
除颤后 1 min 内	6	51.83 ± 9.35 ^a	100.67 ± 10.97 ^b

注: $P_{ET}CO_2$ 为呼气末二氧化碳分压; 1 mmHg = 0.133 kPa; 与胸外按压时比较, ^a $P = 0.000$ ($t = 8.737$), ^b $P = 0.000$ ($t = 25.860$)

2.2 按压过程中出现 ROSC 时域法脉搏血氧波形特征 (图 1):时域波形可见诱发室颤成功后规律波形消失,在胸外按压时出现较规则的按压波,在 ROSC 后波形出现较大波动,其频率与按压频率相比出现明显变化,所有动物中均观察到此现象。

2.3 按压过程中出现 ROSC 频域法脉搏血氧波形特征 (图 2):频谱波形可见诱发室颤成功后规律波形消失 (图 2B),按压阶段呈单一按压频谱峰 (图 2C); ROSC 后自主循环频谱峰与按压频谱峰或融合或分离,呈现按压频谱峰相对固定而自主循环频谱峰左 (图 2D) 右 (图 2F) 漂移现象,所有动物中均观察到此现象。

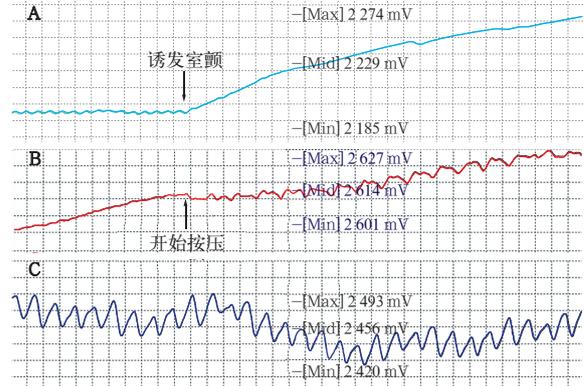


图 1 心脏停搏室颤猪复苏过程中脉搏血氧时域波形 A: 诱发室颤成功后波形消失; B: 胸外按压时出现较规则的单一按压波; C: 按压过程中出现自主循环与按压混合波形,波动较大,且频率多出现明显变化; Max、Mid、Min 分别代表波形达到的最大值、中间值、最小值

2.4 ROSC 停止按压后时域法脉搏血氧波形特征 (图 3): ROSC 并停止胸外按压后,时域波形呈现规律性脉搏特征,所有动物中均观察到此现象。

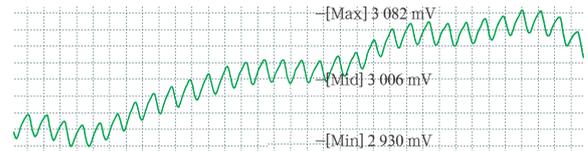


图 3 心脏停搏室颤猪自主循环恢复停止按压后脉搏血氧时域波形呈规律性脉搏波; Max、Mid、Min 分别代表波形达到的最大值、中间值、最小值

2.5 ROSC 停止按压后频域法脉搏血氧波形特征 (图 4):无按压频谱干扰,可清晰显示自主循环频率脉搏峰及与其成倍数关系的谐波,可表现为谐波频率为主波的 2 倍 (图 4A),也可表现为谐波频率为主波的 1/2 (图 4B),所有动物中均观察到此现象。

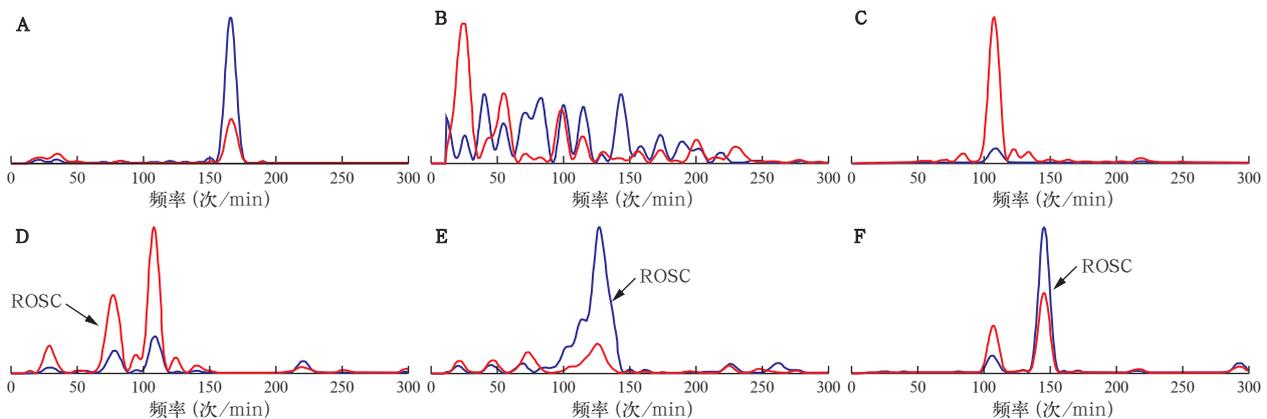


图 2 心脏停搏室颤猪复苏过程中脉搏血氧频域波形的变化 A: 基础状态规律波形; B: 诱发室颤后规律波形消失; C: 单一按压频谱峰; D: 自主循环恢复 (ROSC) 后自主循环频谱峰位于按压频谱峰左侧; E: 自主循环频谱峰与按压频谱峰融合; F: 自主循环频谱峰位于按压频谱峰右侧; 红色波代表红光频谱,蓝色波代表红外光频谱,频域波形所观察的仅为波形的频率

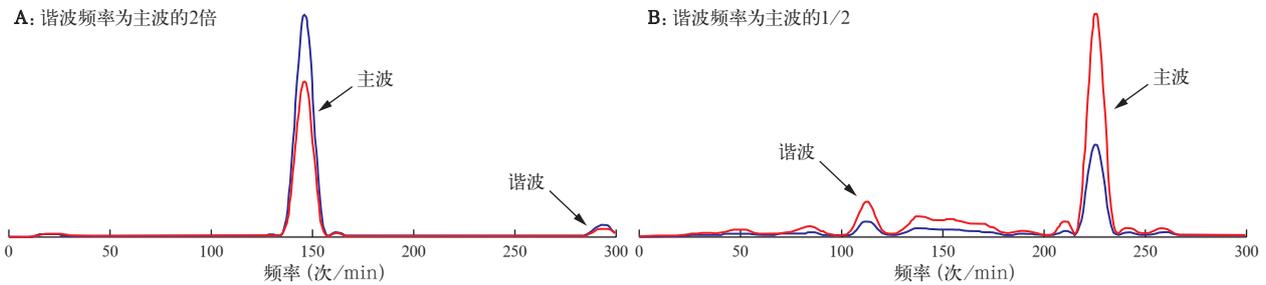


图4 心脏停搏室颤猪自主循环恢复(ROSC)停止按压后脉搏血氧频域波形为与自主心律相符的单峰频谱,伴谐波;所有动物均可观察到自主循环频率脉搏峰及其成倍数关系的谐波,可以表现为谐波频率为主波的2倍,也可以表现为谐波频率为主波的1/2

3 讨论

3.1 CPR过程中识别ROSC的重要性:胸外按压通过增加胸内压(胸泵机制)或者直接挤压心脏(心泵机制)产生血流,使氧气输送到心、脑和其他生命器官,建立临时性人工循环,在CPR中起关键作用^[25-29]。2010年发布的CPR指南强调了高质量的CPR,特别是高质量的胸外按压,即按压频率至少100次/min,按压深度至少5cm,保证胸廓回弹,并尽量减少按压中断时间,要求每次除颤完毕后立即进行2min高质量胸外按压,之后判断循环^[12-13]。其本意在于尽可能减少人工循环的中断,以保证心脑血流灌注。然而在实际临床工作中,ROSC常出现在CPR过程中,自主循环与人工循环并存,二者频率与节律很难吻合,即使按压频率恰好与自主心律相同,人工循环也不能模拟自主循环时心脏的正常舒缩状态。在心动周期中,心房和心室呈顺序性的收缩舒张,没有绝对的收缩期或舒张期^[30];而胸外按压提供的则是一种“全或无”人工循环方式。这两种循环往往难以出现正相叠加的血流动力学效应,而是相互干扰、相互影响,从而加重心脏负荷,对患者的心脏和血流动力学造成负面影响,甚至再次发生心脏停搏^[16-17]。因此,在CPR过程中识别ROSC尤为重要。

3.2 脉搏血氧波形在识别ROSC中的作用:血氧饱和度是血液中与氧结合的氧合血红蛋白容量占全部可结合氧的血红蛋白容量的百分比,其广泛应用于临床上监测患者的呼吸循环功能。在血氧饱和度连续监测中,其信号表现为波形变化。而近年来脉搏血氧波形的应用被众多学者关注,有研究表明,脉搏血氧波形能够实时反映患者的容量状态,脉搏血氧波形变异度增加提示容量下降^[22-23,31];脉搏血氧波形参数与每搏量呈正相关,可作为外周循环的监测指标^[32];在临床工作中我们发现,CPR质量越高,外周组织灌注越好,脉搏血氧波形就越好^[24]。本研

究首次提出基于脉搏血氧波形变化在围CPR过程中识别ROSC,结果显示如下。

3.2.1 时域波形特征为:①心脏停搏时波形消失;②单纯按压时呈现较规则的按压波;③若按压中出现ROSC,则波形出现较大波动,且频率多出现明显变化;④若非按压状态下出现ROSC,则表现为自主循环脉搏波突然出现且脉搏稳定,或脉搏从弱到强逐渐恢复并持续稳定。

3.2.2 频域波形特征为:①心脏停搏时波形消失;②单纯按压时呈现按压频率较为固定的单峰频谱,可伴谐波;③若按压中出现ROSC,则表现为按压频谱峰基础上的相同或不同频率的自主循环频谱峰,可与按压频谱峰融合或分离,可呈现按压频谱峰相对固定而自主循环频谱峰左右漂移现象;④若非按压状态下出现ROSC,则表现为与自主心律相符的单峰频谱,可伴谐波。

3.3 $P_{ET}CO_2$ 和动脉血压: $P_{ET}CO_2$ 和动脉血压及其波形是CPR指南推荐的CPR过程中ROSC的识别方法^[8-9],建议CPR过程中 $P_{ET}CO_2 > 20$ mmHg、CPP > 20 mmHg或动脉舒张压 > 25 mmHg作为高质量CPR的判定标准^[33]。本研究亦依据 $P_{ET}CO_2$ 和动脉血压增高,且出现规律动脉血压波形作为判断ROSC的标准^[25]。 $P_{ET}CO_2$ 在CPR过程中与心排量明显相关,是判断预后的重要指标^[13,34];但抢救中应用了碳酸氢盐则对其参数值影响较大^[35],且在人工按压过程中会导致一定程度的过度通气,从而使 $P_{ET}CO_2$ 不能准确反映CPR的质量,对ROSC识别也可能出现一定程度的滞后;此外, $P_{ET}CO_2$ 需要特殊设备并基准定标,操作繁琐费时,亦不易实施。CPR过程中,CPP可体现心肌血流灌注^[36-37],与ROSC率及24h生存率呈正相关^[38-39]。但CPP监测需要建立血管通路,在紧急抢救状态下不易实施;有创动脉血压监测面对同样问题。

本研究结果显示,脉搏血氧波形在围CPR期的

不同复苏阶段均有特征性改变,特别是在胸外按压时能够识别 ROSC,解决了传统复苏时需停止按压再判断循环的困境,既有助于实现不间断按压、又能避免过度按压。脉搏血氧波形实为“老法新用”,其使用易于在临床上广为开展。目前监护仪均可显示脉搏血氧波形的时域波形,而频域波形作为既存信号也易于被提取利用,实现了其监测的实时性。

综上,本研究结果表明,通过时域结合频域的方法分析脉搏血氧波形特征性变化,不仅能及时发现心脏停搏,还有助于快速识别 CPR 过程中 ROSC,其无创、便捷、经济的特点易于在临床中广泛实施。

参考文献

- [1] Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, et al. Executive summary : heart disease and stroke statistics—2014 update : a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2014, 129 (3) : 399-410.
- [2] Hua W, Zhang LF, Wu YF, et al. Incidence of sudden cardiac death in China : analysis of 4 regional populations [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54 (12) : 1110-1118.
- [3] 张振宇,俞孝芳.院外猝死临床特点分析与现场干预对复苏效果的影响[J].中国中西医结合急救杂志,2011,18(3):184.
- [4] 卢加发,徐耀伟,林全洪,等.2011年上海市嘉定区院前急救死亡病例调查分析[J].中国中西医结合急救杂志,2012,19(6):367-370.
- [5] 王立祥,于学忠.胸外按压与人工通气比之窘境[J].中华危重病急救医学,2013,25(11):703-704.
- [6] 于虎,沈开金,敖其,等.急诊心肺复苏4年间变化趋势的单一中心研究[J].中华危重病急救医学,2014,26(10):734-736.
- [7] 于虎,沈开金,敖其.我国心肺复苏研究新进展[J].中国中西医结合急救杂志,2014,21(3):235-237.
- [8] Deakin CD, Nolan JP, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support [J]. *Resuscitation*, 2010, 81 (10) : 1305-1352.
- [9] Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5 : adult basic life support : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 Suppl 3) : S685-705.
- [10] Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation [J]. *Circulation*, 2009, 120 (13) : 1241-1247.
- [11] 叶新民,吴泉青.心肺复苏过程中常见的错误分析[J].中华危重病急救医学,2013,25(11):696-697.
- [12] Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, et al. Part 1 : executive summary : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 Suppl 3) : S640-656.
- [13] Nolan JP, Soar J, Zideman DA, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary [J]. *Resuscitation*, 2010, 81 (10) : 1219-1276.
- [14] 朱萍.由2010版心肺复苏指南看心肺复苏的研究进展[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2013,8(2):172-173.
- [15] 张玉华,高洁,马光.非正规胸外按压致心、肝、肺破裂1例分析[J].中国误诊学杂志,2009,9(16):3904.
- [16] Osorio J, Dossdall DJ, Tabereaux PB, et al. Effect of chest compressions on ventricular activation [J]. *Am J Cardiol*, 2012, 109 (5) : 670-674.
- [17] Berdowski J, Tijssen JG, Koster RW. Chest compressions cause recurrence of ventricular fibrillation after the first successful conversion by defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010, 3 (1) : 72-78.
- [18] Lah K, Križmarić M, Grmec S. The dynamic pattern of end-tidal carbon dioxide during cardiopulmonary resuscitation : difference between asphyxial cardiac arrest and ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia cardiac arrest [J]. *Crit Care*, 2011, 15 (1) : R13.
- [19] Akinci E, Ramadan H, Yuzbasioglu Y, et al. Comparison of end-tidal carbon dioxide levels with cardiopulmonary resuscitation success presented to emergency department with cardiopulmonary arrest [J]. *Pak J Med Sci*, 2014, 30 (1) : 16-21.
- [20] Sanders AB, Ogle M, Ewy GA. Coronary perfusion pressure during cardiopulmonary resuscitation [J]. *Am J Emerg Med*, 1985, 3 (1) : 11-14.
- [21] 喻文,罗红敏.呼气末二氧化碳分压在室颤与窒息性心搏骤停心肺复苏中的变化[J].中华危重病急救医学,2014,26(10):713.
- [22] Reisner A, Shaltis PA, McCombie D, et al. Utility of the photoplethysmogram in circulatory monitoring [J]. *Anesthesiology*, 2008, 108 (5) : 950-958.
- [23] Pizov R, Eden A, Bystritski D, et al. Arterial and plethysmographic waveform analysis in anesthetized patients with hypovolemia [J]. *Anesthesiology*, 2010, 113 (1) : 83-91.
- [24] Xu J, Zhu H, Wang Z, et al. Why do not we use finger pulse oximeter plethysmograph waveform to monitor the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation? [J]. *Resuscitation*, 2011, 82 (7) : 959.
- [25] Neumar RW, Otto CW, Link MS, et al. Part 8 : adult advanced cardiovascular life support : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 Suppl 3) : S729-767.
- [26] Travers AH, Rea TD, Bobrow BJ, et al. Part 4 : CPR overview : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 Suppl 3) : S676-684.
- [27] Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14 : pediatric advanced life support : 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 Suppl 3) : S876-908.
- [28] 吴黎明.高质量心肺复苏:探索与挑战[J].中华危重病急救医学,2013,25(11):642-645.
- [29] 季一娟.院前心肺复苏796例回顾分析[J].中国急救医学,2007,27(9):854-856.
- [30] Opie LH. 2004 Heart physiology : from cell to circulation [M]. 4th ed. Philadelphia, Pa., London : Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
- [31] Shamir M, Eidelman LA, Floman Y, et al. Pulse oximetry plethysmographic waveform during changes in blood volume [J]. *Br J Anaesth*, 1999, 82 (2) : 178-181.
- [32] McGrath SP, Ryan KL, Wendelken SM, et al. Pulse oximeter plethysmographic waveform changes in awake, spontaneously breathing, hypovolemic volunteers [J]. *Anesth Analg*, 2011, 112 (2) : 368-374.
- [33] Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality : [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital : a consensus statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2013, 128 (4) : 417-435.
- [34] Wenzel V, Russo SG, Arntz HR, et al. Comments on the 2010 guidelines on cardiopulmonary resuscitation of the European Resuscitation Council [J]. *Anaesthetist*, 2010, 59 (12) : 1105-1123.
- [35] Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators [J]. *Resuscitation*, 2010, 81 (10) : 1277-1292.
- [36] Niemann JT, Rosborough JP, Ung S, et al. Coronary perfusion

pressure during experimental cardiopulmonary resuscitation [J]. Ann Emerg Med, 1982, 11 (3): 127-131.

[37] Halperin HR, Lee K, Zviman M, et al. Outcomes from low versus high-flow cardiopulmonary resuscitation in a swine model of cardiac arrest [J]. Am J Emerg Med, 2010, 28 (2): 195-202.

[38] Niemann JT, Criley JM, Rosborough JP, et al. Predictive indices of successful cardiac resuscitation after prolonged arrest and

experimental cardiopulmonary resuscitation [J]. Ann Emerg Med, 1985, 14 (6): 521-528.

[39] Reynolds JC, Salcido DD, Menegazzi JJ. Coronary perfusion pressure and return of spontaneous circulation after prolonged cardiac arrest [J]. Prehosp Emerg Care, 2010, 14 (1): 78-84.

(收稿日期: 2014-12-30)

(本文编辑: 李银平)

• 科研新闻速递 •

辛伐他汀并不能改善急性呼吸窘迫综合征患者预后

动物实验、体外实验和 2 期临床研究表明,他汀类药物可能对急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 的治疗有益。因此有学者提出研究假设:辛伐他汀可改善 ARDS 患者的临床预后。为验证假设是否成立,研究人员进行了一项多中心双盲临床试验。该研究随机分配 (1:1 比例) 发病 48 h 内的 ARDS 患者,分别肠内给予 80 mg/d 的辛伐他汀或安慰剂,疗程最长为 28 d。研究的主要终点指标是 28 d 内的脱机天数。次要终点指标包括 28 d 时无肺外器官衰竭的天数、28 d 病死率和药物相关不良反应。结果显示:有 540 例患者纳入该研究,辛伐他汀组 259 例,安慰剂组 281 例。两组患者人口学特征和基线生理指标相互匹配。辛伐他汀与安慰剂组间 28 d 内呼吸机脱机的天数 ($d: 12.6 \pm 9.9$ 比 $11.5 \pm 10.4, P=0.21$)、无肺外器官衰竭天数 ($d: 19.4 \pm 11.1$ 比 $17.8 \pm 11.7, P=0.11$) 和 28 d 病死率 (22.0% 比 26.8%, $P=0.23$) 差异均无统计学意义。两组药物相关的严重不良事件发生率比较也无显著差异。该研究提示,辛伐他汀在 ARDS 治疗中虽然安全、副作用小,但并没有改善患者的临床预后。

喻文, 罗红敏, 编译自《N Engl J Med》, 2014, 371 (18): 1695-1703

对严重急性心力衰竭住院患者持续静脉输注或间断静脉推注 袪利尿剂: 哪一种策略更优?

静脉注射袪利尿剂是急性心力衰竭 (心衰) 管理的一个重要组成部分,然而,指导其使用的循证医学资料较少。近期有学者进行了一项研究,比较了在严重急性心衰患者持续静脉输注和间断静脉推注袪利尿剂的效果以及不良事件发生的情况。该研究在 3 年内纳入了 110 例因急性心衰入住心脏重症加强治疗病房 (CCU) 的患者,根据对患者使用的利尿策略进行临床、实验室和预后参数的比较,并对随访期间患者病死率和因急性心衰再入院情况进行分析。结果显示:两组患者的既往病史相似。入院时,持续输注组预后较差,表现为收缩压降低 ($P=0.011$)、更严重的肾损伤 ($P=0.008$)、左室射血分数降低 ($P=0.016$)、限制型舒张功能障碍发生率较高 ($P=0.032$),以及需要更多的血管加压素 ($P=0.003$)、正性肌力药物 ($P=0.010$)、肾功能支持治疗 ($P=0.003$) 和无创通气 ($P<0.001$),且住院时间更长 ($P=0.014$)、心肾综合征发生率较高 ($P=0.009$);然而出院时,两组患者肾功能 (肌酐水平) 无明显差异,住院期间的病死率相似,且随访期间病死率或因急性心衰再住院率差异也无统计学意义。研究者得出结论:急性心衰患者入院初期袪利尿剂连续输注可作为存在暂时性肾功能恶化且临床状态较差患者的首选,连续袪利尿剂输注似乎可抑制更不稳定患者最初的不良预后。

喻文, 罗红敏, 编译自《Rev Port Cardiol》, 2015, 34 (2): 95-102

远程磁导航引导下导管消融术对重度缺血性心力衰竭患者 电风暴治疗的急性和长期预后

远程磁导航 (RMN) 引导下导管消融术与手工技术相比具备一些优势。然而,有关 RMN 引导下消融治疗重度缺血性心力衰竭 (SIHF) 患者由室性心动过速 (VT) 引发电风暴的相关临床证据仍然有限。有学者进行了一项相关的临床研究,纳入 SIHF 持续发作 (左室射血分数 0.210 ± 0.069) 且存在电风暴,并进行 RMN 引导下消融治疗的 40 例患者。所有患者在消融前后均植入心律转复除颤器 (ICD)。急性消融成功的定义是在手术结束时无任何持续的单相 VT 发作。长期随访分析指标包括 VT 复发、ICD 治疗与全因死亡。电风暴在所有患者均通过消融治疗被强烈抑制。结果显示,32 例 (80.0%) 患者紧急消融成功;手术时间为 (105 ± 27) min, 透视时间为 (7.5 ± 4.8) min; 在手术过程中无严重并发症发生。在 17.4 个月的随访中,9 例 (47.5%) 无 VT 复发。在消融后接受 ICD 电击除颤者的比例较消融前接受 ICD 电击除颤者低 (30% 比 69%, $P<0.01$)。消融术后每位患者每年接受 ICD 电击除颤的次数较消融前明显减少 (次/年: 4.3 比 1.9, $P<0.05$)。10 例患者在随访期间死亡。研究者得出结论:RMN 引导下紧急导管消融治疗 SIHF 患者电风暴是安全有效的, RMN 可以防止 VT 的复发,明显减少 ICD 的电击除颤次数;该策略可以作为植入 ICD 的 SIHF 患者 VT 引发电风暴的另一种治疗方法。

喻文, 罗红敏, 编译自《Int J Cardiol》, 2015, 183C: 11-16