

体外心肺复苏成功救治顽固性心室电风暴

——附 1 例报告

方可 孙瑞祥 张鹏 汪君 李阳 江海娇 姜小敏 鲁卫华

作者单位: 241000 安徽芜湖, 皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)重症医学科,

安徽省危重症呼吸疾病临床医学研究中心

通信作者: 江海娇, Email: wyyjsjh@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2023.01.026

【摘要】 目的 报告 1 例急性心肌梗死(AMI)患者暴发顽固性心室电风暴期间的血清钾变化, 分析电风暴与血清钾水平的相关性。**方法** 皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)重症医学科于 2022 年 5 月 5 日收治 1 例 43 岁男性 AMI 患者, 冠状动脉造影(CAG)显示三支血管病变, 行经皮冠状动脉介入治疗(PCI), 随后患者频繁暴发顽固性心室电风暴, 以体外心肺复苏(ECPR)为血流动力学基础, 经 90 次电除颤以及超过 9 h 的间断胸外心脏按压成功救治患者, 转归良好。总结并分析该患者在电风暴及非电风暴期间的血清钾水平。**结果** 电风暴期间患者的血清钾水平处于正常或异常低值, 未发生电风暴时, 患者血清钾呈正常高值水平, 绘制受试者工作特征曲线并计算曲线下面积, 结果显示将该患者血清钾水平维持在 4.35 mmol/L 以上的正常高值范围, 可避免心室电风暴的发生。**结论** 对于 AMI 患者, 正常血清钾浓度范围内的低值水平即可诱发电风暴的发生, 血清钾水平应控制在正常高值范围, 另一方面, AMI 患者补钾后的血清钾水平并不能反映其钾储存的恢复。

【关键词】 电风暴; 电解质; 血清钾; 体外心肺复苏

基金项目: 安徽省医疗卫生重点专科建设项目(2021-273)

Successful treatment of intractable electrical storm with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: one case report

Fang Ke, Sun Ruixiang, Zhang Peng, Wang Jun, Li Yang, Jiang Haijiao, Jiang Xiaogan, Lu Weihua. Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital), Anhui Provincial Clinical Research Center for Critical Respiratory Disease, Wuhu 241000, Anhui, China

Corresponding author: Jiang Haijiao, Email: wyyjsjh@163.com

【Abstract】 Objective To report the changes of serum potassium level during the outbreak of intractable ventricular electrical storm in a patient with acute myocardial infarction (AMI), and analyze the correlation between electrical storm and serum potassium level. **Methods** On May 5, 2022, a 43-year-old male patient with AMI was admitted to the Department of Critical Care Medicine of the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital). Coronary angiography (CAG) showed three-vessel lesions, and percutaneous coronary intervention (PCI) was performed. Subsequently, the patient broke out frequently with intractable ventricular electrical storms. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) was used as a hemodynamic basis, after 90 times of electrical defibrillation and more than 9 hours of intermittent cardiac compression, the patient was successfully treated with good results. The serum potassium levels of the patient during electrical storm and non-electrical storm were summarized and analyzed. **Results** During the electrical storm, the serum potassium level of patient was at the normal or abnormally low level, while when non-electrical storm occurred, the serum potassium level was usually at the normal high value level. Through receiver operator characteristic curve analysis, the serum potassium concentration of patient was controlled within the normal high value range of > 4.35 mmol/L, which could avoid the occurrence of ventricular electrical storm. **Conclusions** For AMI patients, the low level within the normal range of serum potassium concentration could induce the occurrence of electrical storm, and the serum potassium level should be controlled within the normal range of high value. On the other hand, the serum potassium level of AMI patients after potassium supplementation cannot indicate the recovery of potassium storage.

【Key words】 Electrical storm; Electrolyte; Serum potassium; Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation

Fund Program: Key Medical and Health Specialty Construction Project of Anhui Province (2021-273)

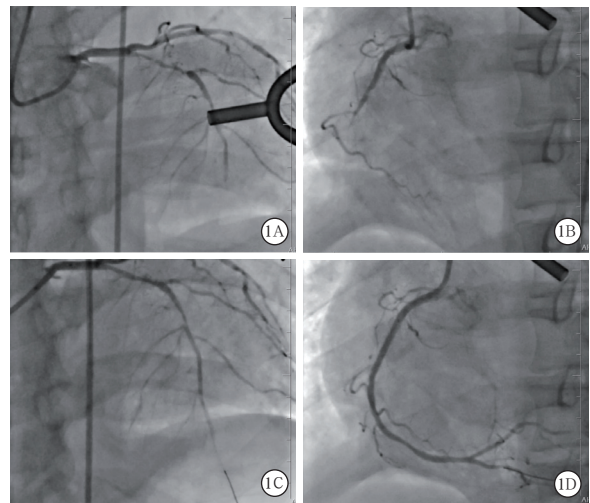
电风暴是一组在 24 h 内发作 3 次或以上的持续室性心律失常,包括室性心动过速(ventricular tachycardia, VT)或室颤动(ventricular fibrillation, VF)^[1],急性心肌缺血、电解质紊乱(如低钾血症、高钾血症、低镁血症)、急性心力衰竭(心衰)加重、脓毒症和抗心律失常药物治疗效果不佳时可导致电风暴^[2]。VT 和 VF 均为急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)后患者的常见死亡原因^[3]。钾离子是细胞内液中的主要阳离子,在维持细胞膜兴奋性方面具有核心作用。机体发生低血钾时,细胞膜上的多种钾离子通道受到抑制,钾离子外流减少,心肌细胞应激性增强,动作电位时程延长而易产生室性心律失常,因此低血钾与心室电风暴关系密切^[4]。本研究通过分析 1 例 AMI 患者电风暴期间血清钾水平变化,判断血清钾水平与心室电风暴的关系,确定 AMI 期间有无电风暴发生的血清钾截断值,为 AMI 后电风暴的临床救治提供参考,现报告如下。

1 病例资料

患者男性,43 岁,体质量 70 kg,因“腹背部疼痛 10 余日、心慌、胸闷伴呼吸困难”,于 2022 年 5 月 5 日收入本院重症医学科。入科时查体:面罩吸氧 10 L/min,心率 122 次/min,呼吸频率 35 次/min,血压 81/52 mmHg(1 mmHg≈0.133 kPa),脉搏血氧饱和度 90%。急诊心电图:交界性心动过速、室内传导阻滞、ST-T 改变。急诊超声:左室壁弥漫性运动不良,左室整体收缩功能明显减退,左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)0.30,诊断为 AMI。急诊行冠状动脉(冠脉)造影术(coronary angiography, CAG):左前降支(left anterior descending, LAD)全程弥漫性病变,最重 95% 狭窄, TIMI 血流 1 级(图 1A),左回旋支(left circumflex artery, LCX)中远段 80% 狭窄,右冠脉(right coronary artery, RCA)中段完全闭塞, TIMI 血流 0 级(图 1B),予 LAD 和 RCA 行经皮冠脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI),复查造影, LAD 和 RCA TIMI 血流 3 级(图 1C、1D)。行主动脉球囊反搏(intra aortic balloon pump, IABP)及连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement treatment, CRRT),减轻左心后负荷,增加冠脉灌注并优化前负荷,减轻肺水肿。

患者于 5 月 9 日 17:30 开始发生 VF,予胸外心脏按压、电除颤可复,静脉给予氯化钾、硫酸镁,持续静脉使用胺碘酮、利多卡因、艾司洛尔, 18:05 恢复窦性心律。随后患者再次发生 VF,予电除颤转

复后植入颈内静脉心脏临时起搏器。5 月 10—11 日患者多次发生 VF,予胸外心脏按压、电除颤、静脉补钾可复,但电风暴仍在暴发。5 月 11 日 13:43 患者发生持续 VF 伴血压进行性下降,立即予以胸外心脏按压、电除颤,但无法复复恶性心律失常,给予大剂量血管活性药物难以维持血压,紧急启动体外心肺复苏(external cardiopulmonary resuscitation, ECPR),14:33 给予静脉-动脉体外膜肺氧合(venous arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)成功转流,然而在 VA-ECMO 支持下患者仍间断暴发 VT 或 VF,为防止心腔内血流淤滞形成心内血栓,采取间断胸外心脏按压和电除颤,并维持激活全血凝固时间(activated clotting time of whole blood, ACT)为约 220 s,直至心律和循环稳定,最终胸外心脏按压时间长达 9 h,历经 90 次电除颤。在接下来的 3 d 内,患者仍偶发 VT、VF,但电除颤可以转复。经历 20 d 治疗,患者先后成功撤离 ECMO、IABP、CRRT,转归良好,出院后随访满意。在本例患者的诊疗过程中,患者心室电风暴的发生与血清钾水平高度相关,故围绕此进行讨论如下。



注:1A 为左前降支(LAD)全程弥漫性病变,最重 95% 狭窄, TIMI 血流 1 级;1B 为右冠脉(RCA)中段完全闭塞, TIMI 血流 0 级;1C 为左前降支(LAD)行经皮冠脉介入治疗(PCI)后;1D 为右冠脉(RCA)行经皮冠脉介入治疗(PCI)后

图 1 1 例急性心肌梗死(AMI)暴发顽固性心室电风暴患者冠脉造影

2 讨论

钾离子是细胞内最丰富的阳离子,也是决定静息膜电位(resting membrane potential, RMP)的最重要因素,血清钾水平异常是临床上心律失常最常见的诱因,而低钾血症则是临床上最常见的电解质紊乱,可由钾摄入减少、丢失过多、分布异常等原因导

致,低钾血症引起的心律失常在临床上常表现为室上性和室性心律失常^[5-6]。

在本例患者的诊疗过程中,我们注意到当发生 VF 或 VT 时,患者的血清钾水平总是趋于正常或处于异常低值水平,而在患者没有暴发电风暴时,其血清钾水平处于正常高值范围。血清钾的正常参考值范围为 3.5 ~ 5.3 mmol/L,而对于 AMI 患者,美国心脏协会(American Heart Association, AHA)和美国心脏病学会(American College of Cardiology, ACC)发布的临床实践指南中推荐的血清钾参考值范围为 4.0 ~ 5.0 mmol/L^[7-8]。另有研究提出了更高的低钾血症阈值,即在 AMI 发作期间及之后维持血清钾水平为 ≥ 4.5 mmol/L^[9]。对于本例 AMI 后电风暴患者,维持血清钾浓度处于正常高值水平是有意义的,因此我们一直在监测患者血清钾的变化,并经静脉给予补钾治疗,另外在 CRRT 期间,我们将透析液和置换液的钾离子浓度提高到正常高值水平(4.1 ~ 4.7 mmol/L),而不断暴发的电风暴则提示患者可能仍在经历细胞内钾的耗竭,表明补钾后正常的血清钾水平并不一定代表钾储存的恢复。

Walim 等^[10]研究表明,与健康人群比较,AMI 患者的血清钾水平较低,而血清钾水平的降低与高度释放的儿茶酚胺刺激有关,儿茶酚胺会引起细胞内钾离子的转移,从而导致再分布性低钾血症^[11]。Hoppe 等^[12]报道了在 AMI 患者中,血清钾水平低者发生心律失常的风险会增加 2 倍。因此,AMI 患者的血清钾水平应控制在正常高值范围内。

本研究绘制受试者工作特征曲线,评价血清钾浓度作为危险因素预测心室电风暴发生的价值。计算得曲线下面积为 0.931,约登指数为 0.833,最佳截断值为 4.35 mmol/L,95% 可信区间为 0.832 ~ 1.000。本例患者应将血清钾水平控制在 4.35 mmol/L 以上的正常高值范围,避免心室电风暴的发生,这与 AHA/ACC^[6-7]和 Macdonald 等^[9]对 AMI 的研究中所推荐的血清钾范围基本契合,可以为临床 AMI 患者心室电风暴的治疗提供一定的临床经验和参考。

心电风暴是临床上危及生命的心律失常,低血钾是其诱因之一,ECPR 是救治顽固性电风暴的有效辅助手段。对于 AMI 患者,正常血清钾浓度范围内的低值水平也可导致电风暴发生;即使静脉补钾持续,但由于细胞内钾的耗竭,补钾后正常高值的血清钾水平并不能表明钾储存的恢复,尤其是联合 CRRT 治疗者,应关注透析液和置换液补钾处方的

优化。在本例 AMI 患者的诊疗过程中获取了血清钾浓度的最佳截断值,可为电风暴的临床诊疗提供参考依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 1 ELSOKKARI I, SAPP J L. Electrical storm: prognosis and management [J]. Prog Cardiovasc Dis, 2021, 66: 70-79. DOI: 10.1016/j.pcad.2021.06.007.
- 2 BRIGADEAU F, KOUAKAM C, KLUG D, et al. Clinical predictors and prognostic significance of electrical storm in patients with implantable cardioverter defibrillators [J]. Eur Heart J, 2006, 27 (6): 700-707. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi726.
- 3 孙铃,毛丽鹏,邹艾霖,等.急性心肌梗死患者住院期间恶性室性心律失常风险临床预测模型的构建与验证[J].中华危重病急救医学, 2021, 33 (4): 438-442. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201217-00760.
- 4 陈祖君,裴锋博,施野,等.71 例心脏术后心室电风暴的原因分析及治疗体会[J].中国循环杂志, 2015, 30 (2): 127-129. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2015.02.008.
- 5 廖娟,任亢宗,张频,等.急性 ST 段抬高型心肌梗死病人血清电解质水平与 GRACE 评分、室性心律失常的关系[J].中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19 (1): 164-167. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2021.01.041.
- 6 王阿倩,苏红玲,蒋凯煜,等.电解质紊乱与心律失常[J].实用心电图学杂志, 2019, 28 (2): 120-126. DOI: 10.13308/j.issn.2095-9354.2019.02.011.
- 7 ZIPES D P, CAMM A J, BORGGREFE M, et al. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death) developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society [J]. Europace, 2006, 8 (9): 746-837. DOI: 10.1093/europace/eul108.
- 8 ANTMAN E M, ANBE D T, ARMSTRONG P W, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction-executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to revise the 1999 guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction) [J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 44 (3): 671-719. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.07.002.
- 9 MACDONALD J E, STRUTHERS A D. What is the optimal serum potassium level in cardiovascular patients? [J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 43 (2): 155-161. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.06.021.
- 10 WALIM V, YATIRAJ S. Study of serum sodium and potassium in acute myocardial infarction [J]. J Clin Diagn Res, 2014, 8 (11): CC07-09. DOI: 10.7860/JCDDR/2014/10417.5083.
- 11 BRWON M J, MURPHY M B. Hypokalemia from beta2-receptor stimulation by circulating epinephrine [J]. N Engl J Med, 1983, 309 (23): 1414-1419. DOI: 10.1056/NEJM198312083092303.
- 12 HOPPE L K, MUHLACK D C, KOENIG W, et al. Association of abnormal serum potassium levels with arrhythmias and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies [J]. Cardiovasc Drugs Ther, 2018, 32 (2): 197-212. DOI: 10.1007/s10557-018-6783-0.

(收稿日期: 2023-01-12)

(本文编辑: 邵文)