

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2019.01.0112

· 病例报告 ·

术中输注库存红细胞致高钾血症（心电图示 Littmann 征）1 例报告

尹光敏, 谢芳, 薄禄龙*, 盛颖, 卞金俊
海军军医大学（第二军医大学）长海医院麻醉学部, 上海 200433

[关键词] 输血; 高钾血症; 库存红细胞; Littmann 征
[中图分类号] R 457.1; R 589.421 [文献标志码] B [文章编号] 0258-879X(2019)01-0112-03

Hyperkalemia caused by intraoperative transfusion of banked red blood cells (electrocardiogram Littmann sign): a case report

YIN Guang-min, XIE Fang, BO Lu-long*, SHENG Ying, BIAN Jin-jun
Faculty of Anesthesiology, Changhai Hospital, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Key words] blood transfusion; hyperkalemia; banked red blood cells; Littmann sign
[Acad J Sec Mil Med Univ, 2019, 40(1): 112-114]

1 病例资料 患者男, 年龄 58 岁, 体质量 47 kg, 身高 155 cm。因“排便时自感下腹部肿物突出 4 个月余”于 2018 年 5 月 30 日入院。入院诊断为腹膜后占位, 盆腔增强计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 检查提示盆腔巨大囊实性占位伴出血, 大小约 15 cm×20 cm×8 cm。患者既往有糖尿病病史, 规律服用降糖药, 血糖 (glucose, Glu) 控制良好。术前行常规检查, 动脉血气分析提示 Glu 水平为 10.3 mmol/L、血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 水平为 65 g/L, 其余实验室检查及辅助检查结果未见明显异常。患者于入院后第 5 天在全身麻醉下行腹膜后肿瘤切除术。入手术室后常规监测患者心电图 (electrocardiogram, ECG) 示窦性心律, 血压 100/51 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 心率 (heart rate, HR) 59 次/min, 血氧饱和度 (blood oxygen saturation, SpO₂) 为 100%。开放右上肢静脉后输注乳酸钠林格注射液, 随后予以全身麻醉诱导, 依次静脉注射咪达唑仑 2 mg、依托咪酯 20 mg、舒芬太尼 20 μg、罗库溴铵 50 mg。气管插管顺利, 呼吸参数调节至呼气末二氧化碳分压 (end-tidal carbon dioxide partial pressure, P_{ET}CO₂) 在正常范围。随后予以右侧颈内静脉穿刺置管输液, 右侧桡动脉穿刺置管测压。手术于 13:15 开始后, 常规进行动脉血气分析: pH 7.37、Hb 81 g/L、血细胞比容 (hematocrit, Hct) 26%、血钾 (K⁺) 4.3 mmol/L; 并准备输血: B 型 Rh⁺ 悬浮红细胞 4 U、冰冻血浆 600 mL。因患者腹膜后占位巨大, 分离肿瘤时大量出血, 血压在 10 min 内由 148/86 mmHg 下降至 90/63 mmHg。患者继续大量出血, 血压下降趋势迅猛, 遂静脉泵入去甲肾上腺素 (1.5 mg/h), 并开始加压加温输血, 同时嘱巡回护士再次提血: 悬浮红细胞 4 U、冰冻血浆 400 mL。再次复查动脉血气分析提示: pH 7.36、Hb 53 g/L、Hct 17%、K⁺ 4.7 mmol/L、Glu 9.7 mmol/L。麻醉医师立即静脉注射尖吻蝮蛇血凝酶 2 U、缓慢静脉注射氯化钙 1.5 g, 并加快输液及输血速度。待血液抵达并核对无误后, 即开始输注悬浮红细胞。在 15:05 时心电监护仪提示患者 T 波抬高, 并将其识别为 R 波, 错误提示为室性早搏二联律, 错误提示 HR 为脉搏的 2 倍; T 波抬高持续约 1 min 后大致恢复正常。4 U 悬浮红细胞输注完毕后, 开始输注冰冻血浆 400 mL, 同时复查动脉血气分析示: pH 7.32、Hb 71 g/L、Hct 23%、K⁺ 5.6 mmol/L、Glu 11.4 mmol/L、

[收稿日期] 2018-09-09 [接受日期] 2018-10-09
[基金项目] 上海市优秀青年医学人才培养计划(2017YQ015). Supported by Young Medical Talents Training Program of Shanghai (2017YQ015).
[作者简介] 尹光敏, 住院医师. E-mail: 1319135984@qq.com
*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161839, E-mail: nbastars@126.com

碳酸氢盐 (HCO_3^-) 19.1 mmol/L、细胞外液碱剩余 (base excess extracellular fluid, BE-ECF) -7 mmol/L、全血碱剩余 (base excess of blood, BE-B) -6.4 mmol/L。麻醉医师立即静脉滴注 5% 碳酸氢钠 125 mL, 静脉推注呋塞米 5 mg。此时心电监护仪出现 T 波高尖, 错误提示 HR 为脉搏的 2 倍 (图 1)。T 波最高时, 其波幅超过 R 波。因患者持续出血且 Hb 水平较低, 麻醉医师嘱第 3 次提血: 悬浮红细胞 4 U、冰冻血浆 400 mL、冷沉淀 10 U, 并开始输注悬浮红细胞。于 15:46 继续复查动脉血气分析提示: pH 7.44、Hb 59 g/L、Hct 19%、 K^+ 6.2 mmol/L、Glu 12.7 mmol/L、 HCO_3^- 27.8 mmol/L、BE-ECF 3.6 mmol/L、BE-B 3.3 mmol/L。麻醉医师立即静脉注射胰岛素 2 U, 并以 2 U/h 速度泵入, 同时静脉推注呋塞米 10 mg。



图 1 患者心电监护图

A: 心电监护仪示 T 波高尖, 波幅超过 R 波; B: 心电监护仪截屏画面显示, 患者心率为 144 次/min, 而脉搏为 72 次/min, 即 Littmann 征

鉴于患者血 K^+ 浓度呈持续上升, 在继续输血的同时开始鉴别诊断患者血 K^+ 浓度迅速升高的原因。首先, 通过 2 台不同型号的血气分析仪, 对同一份血样本进行复测, K^+ 浓度分别为 6.2 mmol/L、6.5 mmol/L, 故可排除检测仪器异常的原因。随后, 抽取正在输注的悬浮红细胞并行血气分析, K^+ 无法测出, 推测 K^+ 浓度过高, 超出检测范围, 遂使用生理盐水予以 1:1 稀释复测, 提示 $\text{K}^+ > 9.2$ mmol/L。据此推测, 患者血 K^+ 浓度过高并 ECG 出现 HR 加倍的假阳性报警与大量输注的悬浮红细胞有关。查看悬浮红细胞血袋标签, 所采血液储存时间已达 26~28 d。故立即停止输注悬浮红细胞, 但继续输注

血浆和冷沉淀。在 16:18 时心电监护仪示 T 波回落, HR 为 86 次/min, 与脉搏一致。于 16:46 继续复查动脉血气分析提示: pH 7.46、Hb 68 g/L、Hct 22%、 K^+ 4.2 mmol/L、Glu 11.0 mmol/L。手术于 18:33 结束, 此时动脉血气分析示: pH 7.46、Hb 72 g/L、Hct 21%、 K^+ 3.4 mmol/L、Glu 8.3 mmol/L。患者术中失血约 3 000 mL, 共输注悬浮红细胞 10 U、冰冻血浆 1 400 mL、冷沉淀 10 U、5% 碳酸氢钠 125 mL、0.9% 氯化钠注射液 1 200 mL、乳酸钠林格注射液 1 500 mL、琥珀酰明胶 500 mL、羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液 500 mL。尿量因手术因素未测。患者在全身麻醉插管状态下送至重症医学科进一步监测治疗, 生命体征平稳, 3 d 后转入普通病房。患者于术后第 10 天顺利出院。

2 讨论 Littmann 征由 Littmann 等^[1]于 2007 年首次报道, 作者通过分析 13 年间 33 例急诊就医患者的 ECG, 发现这些患者均被自动识别为双倍 HR, 但实际上错误地将 T 波误认为 R 波。导致 Littmann 征的原因为严重高 K^+ , 最常见于糖尿病酮症酸中毒、急慢性肾功能衰竭、多脏器功能衰竭等疾病患者^[1]。本例患者术中发生大出血, 在输注悬浮红细胞过程中 ECG 显示 T 波显著抬高, 多次动脉血气分析提示 K^+ 浓度呈持续升高, 心电监护仪提示 HR 加倍, 即 Littmann 征^[1]。本例患者血 K^+ 升高是因术中快速输注库存红细胞所致。本病例提示麻醉医师, 在输注血制品尤其是大量输血时应提高警惕, 注意输血对患者电解质及内环境的影响, 加强心电监护, 早期识别高血钾。

大量输血是指在 24 h 内红细胞输注量 ≥ 10 U 或超过自身血液 1 倍血容量^[2]。在重度创伤致急性大出血及重要脏器手术时, 血制品的大量输注必不可少。临床上大量输血可能导致高血钾^[3], 也有研究报道大量输血后反而易发生低血钾, 其原因为受血者可能同时输入大量血浆及其他晶体液, 故使血液稀释, 血 K^+ 浓度相应下降^[4]。有文献报道, 离体后 ACD 抗凝血制品在 4~6 °C 条件下, 红细胞平均每天损伤 1%, 血袋中细胞外液 K^+ 将以每天 1 mmol/L 速率增加, 这与保存液所含的枸橼酸钾及红细胞被破坏释放细胞内 K^+ 有关^[5]。当血制品贮存时间达 7 d 时, K^+ 浓度平均达 8.68 mmol/L^[6]。本例患者输注细胞均为库存 28 d 的红细胞, 这本身即易导致患者出现电解质紊乱及酸碱失衡等。此外, 与输血相关的高 K^+ 还与红

细胞输注量、输注速度、血液 pH、高血糖、低钙血症及体温过低有关^[7]。本例患者在大量输血后发生高 K⁺, 提示麻醉医师在临床工作中应做好下述几方面工作: (1) 成分输血时尽量输注新鲜血制品, 并减慢输血速度; (2) 通过药物洗涤红细胞或术中应用自体血回输装置洗涤红细胞; (3) 大量输血时需对血制品加温处理, 并保证患者体温正常; (4) 术前详细了解患者病史, 术中密切监测患者动脉血气指标, 对酸中毒、肾功能不全及高血钾患者更应密切监护。高血 K⁺ 是一种较为严重的电解质紊乱。通常情况下, 高钾血症为 K⁺ 浓度 > 5.5 mmol/L, 严重高钾血症为 K⁺ 浓度 > 7.0 mmol/L。若血 K⁺ 长时间处于高浓度状态而未及时处理, 可引起心脏骤停、心室颤动等, 严重时危及患者生命。因此, 在临床工作中及早识别高血 K⁺, 采取积极措施进行有效的人为干预尤为重要。在治疗上, 首先应快速识别导致高血 K⁺ 的病因, 并立即去除。高 K⁺ 主要治疗原则包括促进 K⁺ 进入细胞内、促进 K⁺ 排出体外或控制 K⁺ 的摄入。输注 5% 碳酸氢钠有助于纠正酸中毒, 还可促进 K⁺ 向细胞内转移; 也可采用极化液疗法, 通过输注葡萄糖和胰岛素促进 K⁺ 向细胞内转移^[8]。

ECG 是临床上诊断高钾血症的一种快速简便的方法。ECG 变化与血 K⁺ 浓度有关, 血 K⁺ 浓度越高 ECG 异常的发生率也越高^[9]。血 K⁺ 浓度 > 5.5 mmol/L 时, ECG 表现为 T 波高尖、帐篷样或单纯 T 波高, QT 间期缩短; 血 K⁺ 浓度 > 6.5 mmol/L 时, ECG 表现为 QRS 增宽, T 波高耸, QT 间期延长, 心室传导速度减慢; 血 K⁺ 浓度 > 7.0 mmol/L 时, ECG 表现为 P 波低平, P 波时限、QRS 时限延长, 房室传导减慢, 膜反应性下降, 心脏停止在舒张状态^[5]。麻醉医师应仔细观察 ECG 波形, 及早识别高钾血症的发生。本例患者出现典型的 T 波高尖, 在血 K⁺ 浓度为 5.6 mmol/L 时, 便出现心电图 Littmann 征。文献报

道, ECG 提示 Littmann 征是高血 K⁺ 的征象^[10]。如果临床医师疏于观察或对此没有认识, 则可能误以为心电图监护仪错误报警而放任不管, 从而延误高血钾的治疗。如果没有及时监测患者动脉血气, 进一步确认或排除高血钾, 患者可能出现持续加剧的电解质紊乱和酸碱失衡, 严重者甚至突然发生心搏骤停。因此, 在临床麻醉中应密切进行心电监护, 如出现 T 波抬高或高尖, 提示患者已发生高血钾。

[参考文献]

- [1] LITTMANN L, BREARLEY W D Jr, TAYLOR L 3rd, MONROE M H. Double counting of heart rate by interpretation software: a new electrocardiographic sign of severe hyperkalemia[J]. *Am J Emerg Med*, 2007, 25: 584-586.
- [2] 王同显, 马保凤. 严重创伤患者大量输血的研究进展[J]. *中国输血杂志*, 2012, 25: 636-638.
- [3] 曾学平. 大量输血前后血钾浓度变化及高钾血症发生的影响因素[J]. *中国医学装备*, 2013, 10: 108-110.
- [4] 伍玉容, 李朝金, 李玲, 郑强, 王逊. 大量输血导致血钾变化的相关分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2012, 11: 109-110.
- [5] 陈小伍, 于新发, 田兆嵩. 输血治疗学[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 94.
- [6] SAINI N, BASU S, KAUR R, KAUR J. Assessment of changes in plasma hemoglobin and potassium levels in red cell units during processing and storage[J]. *Transfus Apher Sci*, 2015, 52: 319-325.
- [7] SMITH H M, FARROW S J, ACKERMAN J D, STUBBS J R, SPRUNG J. Cardiac arrests associated with hyperkalemia during red blood cell transfusion: a case series[J]. *Anesth Analg*, 2008, 106: 1062-1069.
- [8] 王翔宇, 马丽云, 苗芸. 高钾血症治疗机制及最新进展[J]. *器官移植*, 2017, 8: 10-14.
- [9] 郑莉凡. 心电图诊断高钾血症的临床应用[J]. *中国社区医师*, 2015, 31: 110-111.
- [10] MIZUNO A, NIWA K. The Littmann sign: an indication of hyperkalemia [J]. *J Gen Fam Med*, 2017, 18: 173-174.

[本文编辑] 商素芳