

血液成分的输血比例对大量输血患者死亡率影响*

辛峰¹ 高海燕¹ 孔燕¹ 马现君¹

【关键词】 大量输血;输血比例;死亡率

doi:10.13201/j.issn.1004-2806-b.2017.10.026

【中图分类号】 R457.1 【文献标志码】 A

Study of influence of transfusion ratios of blood components on mortality of patients with massive transfusion

Summary Massive transfusion is defined as the equal volume of transfusion to that of the loss of one within a 24 hours period or defined as receiving 10 or more units of red blood cells in 24 hours. However, this definition was full of controversy because of failing to eliminate survival bias. Other definitions have been put forward to improve it such as transfusion of the volume of 5 or more units of red blood cells in 4 hours or the rate of transfusion of 4 or more units of red blood cells per hour. Alternatively CAT, which was defined by receiving 3 or more units of red blood cells within any 1-hour time frame during the first 24 hours after injury, was raised to eliminate survival bias to some extent. Researchers have proposed the concept of Resuscitation Intensity, which was consisted of all fluids used for the initial resuscitation of a patient, not only red blood cells, plasma and platelets but also crystalloid, colloid, by carrying out the study of PROMMTT. As a result, the concept of Resuscitation Intensity is objective relatively to assess the severity of patients with massive loss of blood. The ratios of transfusion were concluded as 1:1 for plasma relative to red blood cells as well as 1:1:1 for plasma, platelets relative to red blood cells home mostly. And for abroad it was still inconclusive of how patients benefiting from high ratios of transfusion of plasma relative to red blood cells or high ratios of transfusion of plasma, platelets relative to red blood cells. Therefore further researches ought to be carried out to clarify the relationship between the ratios of transfusion and its influence in the mortality of patients with massive transfusion.

Key words massive transfusion; ratios of transfusion; mortality

输血是临床上常用的治疗手段之一,具有不可替代性,严重出血性患者由于失血量较大,病情较复杂,必需进行大量输血^[1]。大量输血常用于急性大出血、严重创伤、大手术等情况,可迅速纠正失血过多和严重贫血,在失血性手术患者的救治中得到越来越广泛的应用^[2],但短期大量输入库存血液常出现电解质紊乱,而且患者会存在血液的稀释、低体温甚至代谢性酸中毒等干扰凝血功能的因素^[3]。国外将大量输血导致的酸中毒、低体温、凝血病称之为“致死三联征”^[4]。目前国内外临床输血普遍采用成分输血,大量出血患者由于短时间内连续丢失大量全血,如果在抢救患者时忽视大量输血时的输注比例,极有可能造成稀释性血小板减少、凝血因子稀释性降低从而致使患者出现稀释性凝血功能障碍、DIC等,导致患者病死率升高。到目前为止关于大量输血时血液成分的输血比例仍未有定论,输血比例对大量输血患者生存率或死亡率的影响亦有不同甚至完全相悖的结论,因此本文结合近年来国内外关于大量输血中血液成分的输

注比例领域的研究进展作一综述,为将来在临床应用及实践中提供一定依据。

1 大量输血定义的新内涵

大量输血是指患者在 24 h 内的输血量达到自身全部血容量或 24 h 内输血量达到 10 U 红细胞^[5],这一传统定义因为忽视病情严重而在输血量不到 10 U 阈值的时候就已经死亡的患者或者追踪到更多的死亡风险较小但 24 h 累积输血量超过 10 U 红细胞的患者而产生生存偏倚^[6],也有研究将大量输血定义为 6 h 内输注 ≥ 10 U 红细胞或 1 h 内输注 ≥ 3 U 红细胞或 3 h 内输血量超过自身血容量的 50%^[7]。由于国际文献资料中并无大量输血的标准定义,而 24 h 输血量 ≥ 10 U 红细胞的定义又会导致生存偏倚,Oldroyd 等^[8]因此将患者入院任意 4 h 内的输血量 ≥ 5 U 红细胞作为大量输血定义,并建议采用时间依赖变量模型以避免生存偏倚。Zatta 等^[9]综合大量输血的 3 种定义,即:24 h 内输注 ≥ 10 U 红细胞、6 h 内输注 ≥ 6 U 红细胞与 4 h 内 ≥ 5 U 红细胞,认为第 3 种定义覆盖范围最广,而传统定义(24 h 内输注 ≥ 10 U 红细胞)却将 40%~55% 的严重出血患者以及 82% 的产科出血患者排除在外。Simms 等^[10]首次采用平均输注速率(mean infusion rates, MIR)对大量输血创伤患

* 基金项目:济南市高校院所自主创新项目(No: 201102068)

¹ 山东大学齐鲁医院输血科(济南,250012)

通信作者:马现君, E-mail: mxj1971612@126.com

者研究,并通过Cox回归模型以及逐步Cox回归模型发现只有血浆输注速率(ml/min)这一指标在两种模型中均有统计学意义。Moren等^[11]认为以输注速率 >4 U/h红细胞作为大量输血新的定义能够及早发现那些死亡风险比较大但按照传统定义却未能及时发现的患者。以上大量输血定义均未考虑血小板、血浆等红细胞之外的其他血液成分输注,Rahbar等^[12]通过开展严重创伤所致输血的前瞻性多中心观察研究(prospective observational multicenter major trauma transfusion, PROM-MTT)提出复苏强度(resuscitation intensity, RI)以衡量创伤患者早期失血严重程度,即 $1\text{ RI(U)}=1\text{ L晶体液或}0.5\text{ L胶体液或}1\text{ U红细胞或}1\text{ U血浆或}6\text{ U单采血小板}$,患者入院30 min内复苏强度 $\text{RI}\geq 4\text{ U}$ 与患者6 h死亡率显著相关。由于传统定义无法反映患者疾病的严重程度,Savage等^[13]提出“危急管理阈值”(critical administration threshold, CAT)即以创伤后首个24 h内输注3 U/h红细胞作为大量输血新的定义,这样能够及早发现需要大量输血的创伤患者而且能有效避免生存偏倚。Jr S M以CAT作为大量输血的定义进行的一项初步研究认为,患者呼气末 $\text{CO}_2<35\text{ mmHg}$ 可以作为一项独立临床指标来评估患者入院6 h内是否满足CAT阳性的标准,从而更好的评估患者是否需要大量输血^[7],但由于该研究样本只有67例患者,样本量过小导致统计效能较低,尚需扩大样本量进行进一步研究。Shroyer等^[14]对 ≤ 14 岁,Neff等^[15]对 ≤ 18 岁创伤患者的研究认为,按照体重计算,入院后首个24 h内以输注 40 mL/kg 的血液制品作为患儿大量输血的定义,这为将来儿科抢救预案提供了一定理论参考依据。

2 血液成分的输注比例与患者死亡率的关系

目前临床上采用的血液制品主要包括悬浮红细胞、洗涤红细胞、去甘油解冻红细胞、病毒灭活血浆、新鲜冰冻血浆以及机采血小板等。虞芳等^[16]通过对创伤后需大量输血的患者进行meta分析认为,输注高比例血浆及红细胞($\geq 1:2$)可显著降低创伤后需要大量输血救治患者短期(24 h)和长期死亡率(30 d),且高比例血浆及红细胞输注的患者的24 h生存率显著提高,该研究将血浆红细胞的输注比例与患者入院时间相结合,通过生存分析方法分析患者的输注比例与患者生存时间之间的关系,在一定程度上减少了生存偏倚,但由于纳入文献缺乏前瞻性研究文献,且仅讨论了血浆与红细胞输注比例,缺乏对其他血液成分,比如血小板,冷沉淀等输注情况的进一步分析,而这些因素可能会影响患者的生存率或死亡率。该meta分析所涉及文献研究全部来自国外,故研究结论推广应用至国内尚需进一步研究。文贤慧等^[17]对某医院大量输血

患者根据其凝血功能分组,建议凝血功能异常的患者新鲜冰冻血浆与红细胞的比例为 $2:1$,而凝血功能正常的患者该比例建议为 $1:1$,以减少稀释性凝血功能障碍和高血容量的发生。国内研究对产后大出血患者、多发伤合并创伤性凝血病患者进行大量输血研究认为浓缩红细胞与血浆比例为 $1:1$ 方案进行输血治疗效果最理想^[18-20]。张广暖^[21]对创伤后失血的患者进行的回顾性研究结果表明高比例的血浆与红细胞输注($\geq 1:1$)有利于预防创伤性失血患者发生凝血功能障碍,降低患者住院期间红细胞输注总量。项嘉亮等^[22]对广东省某医院84例大量输血患者研究表明大量输血期间按照血浆:冷沉淀:红细胞 $\geq 1:1:1$ 的输注比例进行输血治疗,可降低凝血功能障碍发生率。国内研究以对创伤性大量输血患者进行高比例($\geq 1:1$)输注为主要结论,对于包括产科在内的大量输血患者一般以等比例($1:1$)输注为研究结论。但国内大多以大量输血的传统定义为基础开展研究,未提及如何避免生存偏倚的问题。

国外Delaney等^[23]通过多器官功能障碍评分系统(multiple organ dysfunction score, ΔMODS)对324例进行过心脏外科手术的大量输血患者研究认为,患者单纯输注高比例血浆与红细胞($\geq 1:1$)能够显著降低患者7 d及28 d ΔMODS 得分(若患者死亡,则 ΔMODS 评分赋值最高24分),单纯输注高比例血小板与红细胞($\geq 1:1$)能够显著降低患者7 d及28 d ΔMODS 得分,但2种血液成分共同输注的输注比例对 ΔMODS 无交互作用;Cox比例风险回归模型发现输注高比例血浆与红细胞能显著降低患者死亡风险,但未发现血小板与红细胞输注比例与患者死亡风险有显著关联,其原因及相关机制尚需进一步研究。Mesar等^[24]在2009—2012年对865例大量输血患者进行回顾性研究,发现该项研究中90%的大量输血患者属于非创伤性患者,其高比例($1.0:0.9$)或低比例($1.0:3.0$)输注血浆与红细胞对患者30 d生存率无显著影响,这与Delaney部分研究结论不同,与Teixeira等^[25]对大量输血的非创伤患者研究认为血浆与红细胞输注比例 $>1:3$ 能显著提高患者生存率的结论也不同,究其原因可能是Mesar的研究属于单中心回顾性研究,而且Mesar的研究仍然采用大量输血的传统定义,即24 h内输血量超过10 U红细胞,因而无法避免患者生存时间导致的时间依赖性偏倚,也无法准确分析患者出血速度等因素,故而可能影响相应的结论。Peralta等^[26]对接受大量输血治疗的创伤患者研究认为,与输注低比例的新鲜冰冻血浆红细胞($<1.0:1.5$)相比,患者在创伤发生后的4 h内及早输注高比例的新鲜冰冻血浆红细胞($\geq 1.0:1.5$)均可显著降低患者粗死亡率及多器官功

能衰竭发生率,该结论同样适用于血小板与红细胞输注比例^[27],高比例血浆与红细胞输注降低患者死亡率的结论只能在创伤后的 4 h 内观察到,故而作者认为 24 h 输注所观察到的生存优势可能是 4 h 输注的生存优势的“稀释作用”。虽然以 4 h 而不是 24 h 作为终点时间分析输注比例对患者死亡率的影响可以在一定程度上减小生存偏倚的影响,但这 2 项回顾性研究样本量均较小,前者 77 例,后者 58 例,且回顾性研究本身具有的局限性要求需要开展进一步研究特别是前瞻性研究以证实该研究结论。Mazzeffi 等^[28]对 452 例大量输血的心脏手术患者单中心回顾分析表明,与中比例(1:1~1:2)和低比例(<1:2)比较,高比例血浆与红细胞输注(>1:1)能够提高患者的 30 d 生存率,但有增加患者房颤的风险,而 Holcomb 等^[29]却认为创伤患者早期按照 1:1:2 输注血浆、血小板与红细胞与按照 1:1:1 输注患者的 24 h 及 30 d 死亡率并无显著差别,二者研究结论的差异可能来自于研究设计,前者是回顾性研究,而后者属于前瞻性研究,在研究对象随机进入不同队列后实施干预,研究过程中对临床医生实施盲法,后期 24 h 内完成随访,而且样本量客观(680 例),因而后者的因果关联强于前者,但后者并未对血浆、血小板与红细胞的输注比例进行独立研究,因而无法单独分析不同血液成分的输注比例对患者死亡率的影响。Montan 等^[30]对进行腹主动脉瘤腔内修复的腹主动脉瘤破裂患者(ruptured abdominal aortic aneurysms, rAAAs)研究认为,腔内修复的大量输血患者比开腹修复的患者需要较低的血浆红细胞输注比例和血小板红细胞输注比例,开腹修复的腹主动脉瘤破裂患者在进行大量输血时其血浆与红细胞输注比例接近于 1:1 时死亡风险较低,但血小板与红细胞输注比例对死亡率无显著影响,这与 Meghan Delaney 对进行大量输血的心外科手术患者关于血小板对死亡率的影响的研究结论基本一致,但由于该项回顾性研究本身的局限性,所以尚需针对大量输血的腹主动脉瘤破裂患者开展进一步前瞻性随机化研究以得出血液成分的最佳输注比例以及最佳输注时间等更为客观的结论。Jones 等^[31]对 2007—2015 年的 21 篇文献进行综述,发现大部分文献认为血浆、血小板与红细胞之间的输注比例接近或等于 1:1:1 时,大量输血的创伤患者的死亡率显著降低,其生存优势最显著,但由于纳入研究的文献较多属于观察性研究或回顾性研究,无法对某些潜在的混杂因素进行有效控制,比如患者输血时间,输血前输注晶体液的量,患者的体温以及部分缺失数据等,因而未来需要采用时间依赖的变量分析方法,比如 Cox 风险比例模型减少生存偏倚,采用随机化临床试验比如最优血小板血浆输注比例的实用性随机

试验(the pragmatic randomized optimal platelet and plasma ratios, PROPPR)来确定最优输注比例并且评估不同输注比例对患者死亡率的影响。Kudot 等^[32]对日本 21 例大量输血患者研究认为 6 h 内新鲜冰冻血浆与红细胞的输注比例(>1.0:1.5, 1.0:1.5~1:2, <1:2)与患者死亡率并无显著相关,虽然该研究匹配了患者的人口学特征、ISS 得分、修订创伤评分(RTS),创伤严重度得分(TRISS)以及大量输血的原因等可能导致混杂的多种因素,但该研究属于单中心研究,而且日本与欧美国家创伤患者及创伤治疗体系有诸多不同可能导致不同的结论。Palmieri 等^[33]对 18 岁以下的大量输血烧伤儿童(烧伤程度>20%体表面积)研究结果表明,输注比例为 1:4 与 1:1 的患者在 PT、APTT、INR 等指标并无显著差异,输注比例 1:1 的患者 C 反应蛋白与抗凝血酶高于 1:4 的患者,可能与 1:1 输注较多血浆有关,而后者正是新鲜冰冻血浆成分之一,但值得注意的是 C 蛋白具有抗凝与抗炎双重功能,故 1:1 对烧伤患者的输注应慎重应用及推广。Rankin 等^[34]认为到目前为止,关于脊柱骨科手术中大量失血患者的血液成分最优输注比例并无定论,故而在探讨骨科手术中大量失血患者的输注比例时发现血浆与红细胞等比例输注使术中大量失血的患者 1 年存活率达到 79.17%,虽然血浆与红细胞输注比例(1:1)、血小板与红细胞的输注比例(1:4)与术中大量失血患者的凝血指标波动显著相关,但该输注比例也有助于患者术后其凝血指标恢复到其术前水平。由于该研究属于单中心回顾性研究且样本量偏小,患者大失血的具体时间、实验室检查数据无法获得等,故研究结论可能受选择性偏倚及信息偏倚的影响,该结论外推至其他病种、其他医疗机构尚需慎重。Murphy 等^[35]在总结现有关于抢救失控性大出血研究的基础上认为,根据 PROPPR 结果显示在抢救严重损伤、休克以及失控性出血患者时按照血浆、血小板、红细胞三者间输注比例 1:1:1 输注有助于降低患者因出血导致的死亡率,但 Gregory 等^[36]认为在大量输血预案中血浆、红细胞、血小板按照 1:1:1 的输注比例不是最优输注比例,因为 3 种血液成分的等比例输注忽视了成分血液中添加的额外的液体成分,比如抗凝剂以及保养液等,虽然等比例输注仍然能够达到止血的目的,但却不是最优输注比例,综合红细胞压积值与凝血因子水平,在抢救创伤患者大量输血时的最优输注比例范围在 1:1 与 1:3 之间更为合适。

3 总结

综上所述,在未来的临床输血实践中大量输血的定义理应重新审视,结合大量输血的输血时间、创伤类型(穿透性或闭合性)、凝血状态以及血液成

分的输注比例,全面而合理地评估不同血液成分的不同输注比例或相同血液成分的不同输注比例甚至是不同血液成分的不同输注比例对大量输血患者的生存状态或死亡率的影响,并探讨不同血液成分共同输注是否对大量输血患者的生存率或死亡率存在交互作用;在进一步的研究中应全面调查每一例研究对象的基础资料,科学严谨地选择研究对象,尽量避免选择性偏倚和信息偏倚,针对大量输血患者的输血原因、凝血状态、家族基因多态性等因素开展分层研究,剔除潜在的混杂偏倚,从而进一步揭示血液成分输注比例对患者生存率或死亡率之间的关系。

参考文献

- [1] 任秀慧. 大量输血及其并发症的探讨[J]. 中国实用医药, 2015, 10(1): 27—28.
- [2] 王伟, 赵海涛, 胡旭梅, 等. 预防性早期输注新鲜冰冻血浆对大量输血患者凝血功能的影响[J]. 临床血液学杂志: 输血与检验, 2016, 29(5): 816—818.
- [3] 卢春生, 林列坤, 曹文平, 等. 大量输血引起的血清电解质及凝血功能变化的研究[J]. 检验医学与临床, 2013, 10(3): 291—292.
- [4] Kim Y, Lee K, Kim J, et al. Application of damage control resuscitation strategies to patients with severe traumatic hemorrhage: review of plasma to packed red blood cell ratios at a single institution[J]. Critical Care, 2014, 29: 1007—1011.
- [5] Thibeault S. Massive Transfusion for Hemorrhagic Shock: What Every Critical Care Nurse Needs to Know[J]. Crit Care Nurs Clin North Am, 2015, 27: 47—53.
- [6] Jr SM, Kalata S, Liveris A, et al. End-tidal CO₂ on admission is associated with hemorrhagic shock and predicts the need for massive transfusion as defined by the critical administration threshold: A pilot study[J]. Injury-international Journal of the Care of the Injured, 2017, 48: 51—57.
- [7] Davis WB, Eaton M. Massive Transfusion and Complications[M]. Springer Berlin Heidelberg, 2015.
- [8] Oldroyd JC, Venardos KM, Aoki NJ, et al. Improving outcomes for hospital patients with critical bleeding requiring massive transfusion: the Australian and New Zealand Massive Transfusion Registry study methodology[J]. BMC Research Notes, 2016, 9: 1—10.
- [9] Zatta AJ, Mcquilten ZK, Mitra B, et al. Elucidating the clinical characteristics of patients captured using different definitions of massive transfusion[J]. Vox-Sanguinis, 2014, 107: 60—70.
- [10] Simms ER, Hennings DL, Hauch A, et al. Impact of Infusion Rates of Fresh Frozen Plasma and Platelets During the First 180 Minutes of Resuscitation[J]. Journal of the American College of Surgeons, 2014, 219: 181—188.
- [11] Moren AM, Hamptom D, Diggs B, et al. Recursive Partitioning Identifies Greater Than 4 units of PRBCs Per Hour as an Improved Massive Transfusion Definition[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 79: 920—924.
- [12] Rahbar E, Fox EE, del Junco DJ, et al. Early resuscitation intensity as a surrogate for bleeding severity and early mortality in the PROMMTT study[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 75: S16—23.
- [13] Savage SA, Zarza BL, Croce MA, et al. Redefining massive transfusion when every second counts[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 74: 396—402.
- [14] Shroyer MC, Griffin RL, Mortellaro VE, et al. Massive transfusion in pediatric trauma: analysis of the National Trauma Databank[J]. J Surg Res, 2016, 208: 166—172.
- [15] Neff LP, Cannon JW, Morrison JJ, et al. Clearly defining pediatric massive transfusion: Cutting through the fog and friction with combat data. [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 78: 22—29.
- [16] 虞芳, 钟涛, 武钢. 输注高/低比例血浆及红细胞对创伤后需大量输血救治患者疗效的 meta 分析[J]. 南方医科大学学报, 2017, 37(1): 119—123.
- [17] 文贤慧, 刘凤霞, 张军华, 等. 大量输血时血浆与红细胞的比例探讨[J]. 中国实验血液学杂志, 2014, 22(3): 825—828.
- [18] 陈淑芬. 不同比例血浆和浓缩红细胞输注对产后大出血患者的效果观察[J]. 中国卫生标准管理, 2015, 6(30): 177—178.
- [19] 刘桂芳, 金勇, 夏和风. 产后出血患者大量输血治疗时血浆和红细胞的比例对凝血功能的影响[J]. 江苏医药, 2016, 42(14): 1579—1581.
- [20] 崔锐红, 李俊杰, 陈实, 等. 等比例成分输血治疗多发伤并发创伤性凝血病疗效研究[J]. 临床急诊杂志, 2015(12): 912—916.
- [21] 张广暖. 不同比例血浆和红细胞对创伤性失血患者救治的影响研究[J]. 中国卫生标准管理, 2015, 6(32): 199—200.
- [22] 项嘉亮, 黄伟刚, 陈炎添. 输注不同比例的血浆、冷沉淀、红细胞对大量输血患者凝血功能的影响[J]. 中国医学工程, 2015, 14(5): 86—87.
- [23] Delaney M, Stark PC, Suh M, et al. Massive Transfusion in Cardiac Surgery: The Impact of Blood Component Ratios on Clinical Outcomes and Survival [J]. Anesth Analg, 2017, 124: 1777—1782.
- [24] Mesar T, Larentzakis A, Dzik W, et al. Association Between Ratio of Fresh Frozen Plasma to Red Blood Cells During Massive Transfusion and Survival Among Patients Without Traumatic Injury[J]. AMA Surg, 2017, 152: 574—580.
- [25] Teixeira PG, Inaba K, Karamanos E, et al. The survival impact of plasma to red blood cell ratio in massively transfused non-trauma patients[J]. Eur J Trau-

- ma Emerg Surg, 2017, 43:393—398.
- [26] Peralta R, Vijay A, El-Menyar A, et al. Early high ratio platelet transfusion in trauma resuscitation and its outcomes[J]. Int J Crit Illn Inj Sci, 2016, 6:188—193.
- [27] Peralta R, Vijay A, El-Menyar A, et al. Trauma resuscitation requiring massive transfusion: a descriptive analysis of the role of ratio and time[J]. World J Emerg Surg, 2015, 10:36.
- [28] Mazzeffi MA, Chriss E, Davis K, et al. Optimal Plasma Transfusion in Patients undergoing Cardiac Operations With Massive Transfusion[J]. Ann Thorac Surg, 2017, 104:153—160.
- [29] Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial [J]. JAMA, 2015, 313: 471—482.
- [30] Montan C, Hammar U, Wikman A, et al. Massive Blood Transfusion in Patients with Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 52:597—603.
- [31] Jones AR, Frazier SK. Association of Blood Component Ratio With Clinical Outcomes in Patients After Trauma and Massive Transfusion: A Systematic Review[J]. Adv Emerg Nurs J, 2016, 38:157—168.
- [32] Kudo D, Sasaki J, Akaishi S, et al. Efficacy of a high FFP:PRBC transfusion ratio on the survival of severely injured patients: a retrospective study in a single tertiary emergency center in Japan[J]. Surgery Today, 2014, 44:653—661.
- [33] Palmieri TL, Greenhalgh DG, Sen S. Prospective comparison of packed red blood cell-to-fresh frozen plasma transfusion ratio of 4: 1 versus 1: 1 during acute massive burn excision [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 74:76—83.
- [34] Rankin D, Zuleta-Alarcon A, Soghomonyan S, et al. Massive blood loss in elective spinal and orthopedic surgery: Retrospective review of intraoperative transfusion strategy[J]. J Clin Anesth, 2017, 37:69—73.
- [35] Murphy CH, Hess JR. Massive transfusion: red blood cell to plasma and platelet unit ratios for resuscitation of massive hemorrhage[J]. Curr Opin Hematol, 2015, 22:533—539.
- [36] Gregory JA, Huitron SS, George AA, et al. Optimizing Transfusion Ratios in Massive Transfusion Protocols: An Argument Against the 1:1:1 Dogma and Approach to Trauma Resuscitation[J]. Laboratory Medicine, 2015, 46:e46—e52.

(收稿日期:2017-04-26)