DOI:10.16016/j.1000-5404.201906051



战术区损伤控制复苏的进展及启发

宗兆文[1,2],叶 钊[1] 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)陆军卫勤训练基地战救技能训练教研室[1];400037 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第二附属医院骨科/急诊科[2]

[摘要] 战时有相当比例的伤员在被送到战地医院时就已经发生了急性创伤性凝血病(acute traumatic coagulopathy,ATC)和低体温,死亡率高。为降低由此导致的伤亡率,需要从战现场急救阶段就实施损伤控制复苏(tactical damage control resuscitation, TDCR)。TDCR 近年的主要进展包括:(1)从预测大出血向预测创伤性凝血病转变,以尽早识别需要实施控制损伤复苏的伤员;(2)复苏策略从固定比例的成分输血向以纤维蛋白原浓缩物等为基础的、实验室指标指导下的精确复苏转变;(3)与复苏策略演变相适应,复苏制剂的选择也在不断演变中。这些进展对我军战现场急救的启发包括:在加强不同类型战伤的凝血病变化规律研究的基础上建立精确的战现场 ATC 预测体系,并加强 TDCR 技术的培训。

[关键词] 军事医学;战现场损伤控制复苏;急性创伤凝血病

[中图法分类号] R826.1 [文献标志码] A

Tactical damage control resuscitation: definition, evolution, and proposals

ZONG Zhaowen[1,2], YE Zhao[1] [1]Department of Combat Casualties Care Training, Army Training Base for Health Care, Army Military Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [2]Department of Orthopedics & Department of Emergency, Xinqiao Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400037, China

[Abstract] Coagulopathy and hypothermia occur in a considerable percentage of combat casualties when they were transferred to combat support hospital and result in a high mortality. To reduce the mortality of combat casualties, tactical damage control resuscitation (TDCR) needs to be implemented as early as possible, preferentially in the first aid stage and early treatment stage. The strategies for TDCR have undergone evolutions, highlighted by the transition from prediction of massive transfusion to the prediction of acute traumatic coagulopathy (ATC), by the transition from fixed ratio resuscitation with blood components to accurate resuscitation guided by laboratory examinations and concentrates-based hemostatic resuscitation, and by the evolution of the product options for resuscitation to keep up with the development of new resuscitation strategies. The advancement in TDCR urges greater efforts to enhance the research of the natural course of different combat injuries, to establish an accurate prediction system for ATC, and to enhance the training of TDCR skills.

[Key words] military medicine; tactical damage control resuscitation; acute traumatic coagulopathy

Supported by the Project of Clinical Major Innovation technology of Xinqiao Hospital (2018JSLC0023) and the Innovation Training Project for Clinical Techonology in Military Medicine of Army Medical University (16CXZ017). Corresponding author: ZONG Zhaowen, E-mail: zongzhaowen@163.com.

[基金项目] 陆军军医大学新桥医院临床重大创新特色技术项目(2018JSLC0023);陆军军医大学临床技术创新培育项目:军事医学创新工程(16CXZ017)

[通信作者] 宗兆文,博士,主任医师/教授,博士生导师,主要从事战救技术和战救训练方面的研究。兼任中国医学救援协会创伤分会主委等学术职务,主持全军军事医学创新工程等十余项课题,主编《现代军医战伤救治培训教程》等 7 部专著。多次参加外军的战救技术培训和国际学术交流。先后获国家科技进步二等奖、重庆市科技进步一等奖、总后科技新星等学术奖励。E-mail:zongzhaowen@163.com

损伤控制复苏(damage control resuscitation, DCR)和损伤控制手术(damage control surgery, DCS)是严重战创伤救治的重要措施,其内涵和技术也处在持续的演变中。目前,战时损伤控制策略已经不局限在战地医院或前伸手术队中实施,而是扩展到战现场急救阶段[1-2]。本文在论述战现场 DCR 进展的基础上,结合我军战救的现状对我军战现场 DCR 发展提出相应的建议。

1 战术区 DCR 的定义

目前英文文献中与战现场 DCR 相关的英文术语较多,容易混淆和引起歧义。从 DCR 理念的发展的历程看,初始人们把 DCS 分为 3 个阶段的救治:①早期简化手术;②积极复苏至伤员内环境稳定;③再行确定性手术。2001 年,JOHNSON 等[3]将损伤控制分为 4 个阶段,增加了现场救治阶段的 DC,并称之为 Part 0 或 DC0 阶段。现场 DC 强调了快速识别需要 DCR 的伤员,从救治现场就启动损伤控制复苏,并快速将伤员转运到具有损伤控制手术能力的救治机构。这一理念逐渐被接受并被广泛用于民用创伤的现场复苏。

后来,现场 DCR 的应用范围进一步扩大至偏远地区或严酷环境中(如距离创伤中心遥远的农村地区、自然灾害现场)的伤病救治,此时使用的英文术语为“Remote DCR”或“forward DCR”[4],可翻译为“偏远或前伸损伤控制复苏”。战时的现场 DCR,美军和北约国家常使用的词语为“tactical DCR”[5],直译为战术区 DCR,和美军战术战伤救治中的战地救护阶段相对应。我军的救治阶梯与美军不同,2006 版《战伤救治规则》界定我军的救治阶梯包括战现场急救、紧急救治、早期救治、专科治疗和康复;试行中的 2016 版《战伤救治规则》界定我军的救治阶梯包括战现场急救、早期救治、专科治疗等,均无法和英文文献中的战术区 DCR 直接对应,因而我们建议将“tactical DCR(TDCR)”翻译为“战现场损伤控制复苏”,以统一中文术语规范。

另外,英文文献常使用“pre-hospital DCR”一词,多指在平时创伤救治中的院前 DCR[6],部分文献也用来表示战时Ⅲ级救治机构前的 DCR[7]。在更为少见的情况下,部分文献使用“Point-of-care DCR”一词,此时这个词语更多指的是床旁检测指导下的 DCR,与需要实验室检测指导下的 DCR 相对应[8]。

2 实施战术区 DCR 的必要性

凝血病、低体温和酸中毒构成了严重创伤患者的“死亡三联征”,意即发生“死亡三联征”的创伤患者病死率极高。在平时伤员救治中,有观点在行确定性外科手术止血前不进行静脉输液,这是基于平时伤员转运到医院耗时较短的前提下。战时容易发生批量伤员,救治条件受限,伤员后送常被延迟,其时间远长于平时,因而需要在战现场急救阶段就启动 DCR。伊拉克战争中的一组数据显示,38% 的伤员在被送到战地医院时就已经发生了凝血病;且有更高比例的伤员发生了低体温[9]。作为“死亡三联征”的重要组成部分,凝血病和低体温是严重战伤伤员死亡的重要原因。因而,需要在战现场阶段实施 DCR,使用温暖全血、血液制品、胶体液等进行复苏,以减少凝血病、低体温等的发生率,以提高伤员救治成功率。

3 战术区损伤控制复苏的进展

广义的 TDCR 包括控制大出血、气道管理等战现场急救措施、战现场救治的管理、建立输液通道和启动液体复苏等综合措施;狭义的 TDCR 是指在战术区启动液体复苏并使用新鲜冰冻血浆等血液制品或胶体液进行液体复苏。近年,TDCR 内容和演变较快,主要包括强调在战现场急救阶段尽快识别需要 DCR 的伤员、复苏理念的变化(从经验性的 1∶1∶1 红细胞∶新鲜冰冻血浆∶血小板作为复苏液体向战现场检测指标指导下的精确复苏转变、止血性 DCR 的兴起等)、复苏制剂的更替、重视严重战伤后凝血病新型发病机制的研究以及 TDCR 的培训等。

3.1 尽快识别需要实施 DCR 的伤员

大出血是导致战时死亡的重要原因,因而目前有多种评分系统被用来预测需要进行大输血的伤员[5,10-11],主要包括 ABC 评分方法、创伤相关严重出血评分法、Prince-of-Wales 医院评分法、Baker 评分法、McLaughlin 评分法、Schreiber 评分法和 Larson 评分法等。各种方法各有一定的优缺点,其中,Schreiber 评分法和 Larson 评分法较常用于战时预测需要大输血的伤员[10]。

需要指出的是,不能将需要大输血与需要实施 DCR 完全等同起来:一则需要大输血者并不一定发生凝血病;二则没有大出血的严重创伤患者也有可能发生创伤性凝血病和严重的生理功能紊乱,进而需要实施 DCR。因而,近年更多学者开始关注如何预测发生急性创伤性凝血病(acute traumatic coagulopathy, ATC)。PELTAN 等[12]通过对猪实验,推出急性创伤性凝血病预测评分(Prediction of Acute Coagulopathy of

Trauma, PACT)系统,其预测 ATC 的敏感性和特异性分别为73%、74%。而 MITRA 等[13]在 2012 年建立一种被称为严重创伤性凝血病(coagulopathy of severe trauma,COAST)的评分系统,并观察到 1 225 例临床病例中,ATC 的发生率为 8.2%,预测的特异性为 96.4%,敏感性为 60.0%。但这一评分系统选用体温、收缩压、是否有腹部骨盆脏器损伤等作为评价指标,过于复杂,有些指标无法在战现场获得,且敏感程度不够[14-15],不适应战现场 DCR 的识别。

为提高现场识别凝血病的准确性,近年一些手持式现场检测设备被研发出来用于预测 ATC 的发生。目前,常用的战现场监测指标包括现场血红蛋白、血氧饱和度、国际标准化比值、血气分析等[15-17]。在这些现场检测指标基础上进行的 DCR 比传统的评分预测系统准确,是未来战现场 DCR 的一个重要方向。结合我军器材装备配备现状,我们建议:尽早在承担战现场急救任务的救治机构配备手持式检测设备,在此基础上加强 ATC 预测和监测体系的建立,并完善复苏流程。

3.2 战术区 DCR 策略的演变

在损伤控制理念逐渐兴起的 20 世纪 90 年代,人们便认识到对于严重创伤或大出血患者,在获得确定性止血之前,进行液体复苏时应当将血压控制在一个相对较低的水平。这一策略既可保证肾脏等重要脏器的血供,又可防止创伤后形成的血凝块被冲掉再次引起大出血。这一理念和措施被称为“限制性液体复苏”或“允许性低压复苏”[18]。一般将平均动脉压控制在 70 mmHg 左右;在有颅脑外伤或脊髓损伤时,为减少神经功能的继发损伤,一般将平均动脉压控制在 80 mmHg 左右。时至今日,这一理念仍是 DCR 的基础措施之一。

随着人们对损伤控制的深入研究,特别是在阿富汗战争和伊拉克战争中的实践验证,人们推荐一种固定比例的液体复苏策略,即对于需要大输血或有创伤性凝血病者,推荐使用 1∶1∶1红细胞∶新鲜冰冻血浆∶血小板或稍有差别比例血液制品进行复苏。与使用晶体液和胶体液作为复苏液体的策略相比,这一复苏策略可降低凝血病和酸中毒的发生率及严重创伤患者的死亡率。基于此,美军“战术作战伤员救护(Tactical Combat Casualty Care,TCCC)推荐在战地 DCR 优先使用这一复苏策略[17]。

但上述固定比例的经验性复苏策略没有针对每个个体凝血功能障碍和生理状态进行复苏,容易导致过度复苏或复苏不足的现象[19]。因此,新近主张在实验室检测指标指导下进行复苏[8]。在战现场救治阶段,使用上述手持式现场检测设备可快速获得国际标准化比值、pH 值、碱剩余、血细胞比积等指标,进而在这些指标指导下进行较为精确的复苏;而在战地医院,可使用血栓弹力仪指导复苏和治疗创伤性凝血病,其较传统的凝血象检测更为精确,可精确指导复苏,减少血液制品的使用量,提高伤员生存率[8,20-21]。

使用 1∶1∶1红细胞∶新鲜冰冻血浆∶血小板固定比例的复苏策略应用于战时的缺点还有携带不便、后勤保障困难等。同时,有学者认为严重患者发生创伤性凝血病时,其血液中纤维蛋白原和凝血因子降低的水平无法通过固定比例的复苏策略得以纠正[22],因而有学者推荐使用纤维蛋白原浓缩物和凝血酶原复合物浓缩物为基础的止血性复苏策略[21-22]。

3.3 复苏制剂的更替

与复苏策略的演变相适应,复苏制剂也在不断更替。在伊拉克和阿富汗战争的救治中,美军推荐了复苏液体种类采用的优先顺序[23]:①全血;②1∶1∶1 新鲜冰冻血浆∶红细胞∶血小板;③1∶1新鲜冰冻血浆∶红细胞;④单纯的冻干血浆、新鲜冰冻血浆或单纯的红细胞;⑤羟乙基淀粉 Hextend;⑥乳酸林格氏液。只有当无法获得红细胞、新鲜冰冻血浆、全血或冻干血浆等血液制品时,才选择羟乙基淀粉作为复苏液体。这一复苏制剂选择顺序与经验性固定比例的复苏策略相对应。

而与浓缩物为基础的止血性复苏策略相对应,可供选择的复苏制剂包括氨甲环酸(tranexamic acid,TXA)、纤维蛋白原浓缩物(fibrinogen concentrate,FC)、凝血酶原复合物浓缩物(prothrombin complex concentrates,PCCs)等[24]。其中,TXA 的作用机制为抑制纤溶,一般在创伤后早期(伤后 1 h 内)使用,剂量为 1 g;FC 可以快速补充纤维蛋白原,促进凝血块的形成[25]。一般推荐使用 3~4 g。PCCs 含未活化凝血因子 FⅡ、Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ,可直接增加血液中凝血酶原的含量,促进凝血[26]。

3.4 加强不同类型战伤的凝血病变化规律研究

目前文献报告的研究和临床数据多来自平时损伤救治,缺乏针对爆炸(现代战争中主要损伤机制)导致各类损伤的 DCR 研究,常因使用时机和适应证不当导致复苏效果不佳和严重并发症。因此,国外学者逐渐重视战伤凝血病发病机制的研究。我们建议:我军应加强爆炸伤后凝血功能障碍的自然病程研究以及我军重要作战方向特殊战伤(高原战伤、海战伤)后凝血功

能障碍的自然病程研究。

3.5 重视 TDCR 的培训

建立 TDCR 技术规范后,应当加强相关技术的培训,使承担战现场急救任务的人员掌握相应的技术是实施战现场 DCR 的重要环节。HETZLER 等[27]认为应将 DCR 的治疗延伸到战术救治阶段,并加强战时院前救治人员相关技术的培训,以有效地实施战术 DCR。而 WAHLEN[28]研究显示,经过 3 个月的培训,塔尔Ⅰ级创伤中心的院前工作人员可熟练掌握血栓弹力仪指导的液体复苏。目前,我军对战现场自救互救六大技术(止血、包扎、固定、搬运、气道管理和心肺复苏)的培训已经较为普及,普通官兵也基本掌握了相关技术,但对于 TDCR 的培训尚未启动。我们建议应尽快加强卫生员和军医的 TDCR 的培训。

参考文献:

[1] MALGRAS B, PRUNET B, LESAFFRE X, *et al*. Damage control: concept and implementation[J]. J Visc Surg, 2017, 154(Suppl:S19-S29. DOI: 10.1016/j.jviscsurg.2017.08.012.

[2] 宗兆文, 钟鑫. 战时损伤控制外科的理念进展和组织实施[J]. 第三军医大学学报, 2019, 41(3): 183-186. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201808129.
ZONG Z W, ZHONG X. Concept development and implementation of combat damage controlsurgery[J]. J Third Mil Med Univ, 2019, 41(3): 183-186. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201808129.

[3] JOHNSON J W, GRACIAS V H, SCHWAB C W, *et al*. Evolution in damage control for exsanguinating penetrating abdominal injury[J]. J Trauma, 2001, 51(2): 261-271. DOI: 10.1097/00005373-200108000-00007.

[4] CHANG R, EASTRIDGE B J, HOLCOMB J B. Remote damage control resuscitation in austere environments[J]. Wild Environ Med, 2017, 28(2S): S124-S134. DOI: 10.1016/j.wem.2017.02.002.

[5] FISHER A D, MILES E A, CAP A P, *et al*. Tactical damage control resuscitation[J]. Mil Med, 2015, 180(8): 869-875. DOI: 10.7205/MILMED-D-14-00721.

[6] REHN M, WEAVER A E, ESHELBY S, *et al*. Pre-hospital transfusion of red blood cells in civilian trauma patients[J]. Transfus Med, 2018, 28(4): 277-283. DOI: 10.1111/tme.12483.

[7] ROTTENSTREICH M, MALKA I, GLASSBERG E, *et al*. Pre-hospital intra-osseous freeze dried plasma transfusion: a case report[J]. Disast Mil Med, 2015, 1: 8. DOI: 10.1186/2054-314X-1-8.

[8] GÖRLINGER K, FRIES D, DIRKMANN D, *et al*. Reduction of fresh frozen plasma requirements by perioperative point-of-care coagulation management with early calculated goal-directed therapy[J]. Transfus Med Hemother, 2012, 39(2): 104-113. DOI: 000337186.

[9] BLACKBOURNE L H. Combat damage control surgery[J]. Crit Care Med, 2008, 36(7 Suppl): S304-S310. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31817e2854.

[10] BROCKAMP T, NIENABER U, MUTSCHLER M, *et al*. Predicting on-going hemorrhage and transfusion requirement after severe trauma: a validation of six scoring systems and algorithms on the TraumaRegister DGU[J]. Crit Care, 2012, 16(4): R129. DOI: 10.1186/cc11432.

[11] MAEGELE M, BROCKAMP T, NIENABER U, *et al*. Predictive models and algorithms for the need of transfusion including massive transfusion in severely injured patients[J]. Transfus Med Hemother, 2012, 39(2): 85-97. DOI: 000337243.

[12] PELTAN I D, ROWHANI-RAHBAR A, VANDE VUSSE L K, *et al*. Development and validation of a prehospital prediction model for acute traumatic coagulopathy[J]. Crit Care, 2016, 20(1): 371. DOI: 10.1186/s13054-016-1541-9.

[13] MITRA B, CAMERON P A, MORI A, *et al*. Early prediction of acute traumatic coagulopathy[J]. Resuscitation, 2011, 82(9): 1208-1213. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.04.007.

[14] BROHI K. Prediction of acute traumatic coagulopathy and massive transfusion—Is this the best we can do?[J]. Resuscitation, 2011, 82(9): 1128-1129. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.06.022.

[15] DERAS P, NOURI J, MARTINEZ O, *et al*. Diagnostic performance of prothrombin time point-of-care to detect acute traumatic coagulopathy on admission: experience of 522 cases in trauma center[J]. Transfusion, 2018, 58(7): 1781-1791. DOI: 10.1111/trf.14643.

[16] SCHÖTT U. Prehospital coagulation monitoring of resuscitation with point-of-care devices[J]. Shock, 2014, 41(Suppl 1): 26-29. DOI: 10.1097/SHK.0000000000000108.

[17] GERHARDT R T, GLASSBERG E, HOLCOMB J B, *et al*. Tactical study of care originating in the prehospital environment (tacscope): acute traumatic coagulopathy on the contemporary battlefield[J]. Shock, 2016, 46(3 Suppl 1): 104-107. DOI: 10.1097/SHK.0000000000000683.

[18] NARDI G, AGOSTINI V, RONDINELLI B, *et al*. Trauma-induced coagulopathy: impact of the early coagulation sup-

port protocol on blood product consumption, mortality and costs[J]. Crit Care, 2015, 19: 83. DOI: 10.1186/s13054-015-0817-9.

[19] SCHÖCHL H, MAEGELE M, VOELCKEL W. Fixed ratio versus goal-directed therapy in trauma[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2016, 29(2): 234-244. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000278.

[20] KARKOUTI K, CALLUM J, WIJEYSUNDERA D N, *et al*. Point-of-care hemostatic testing in cardiac surgery: A stepped-wedge clustered randomized controlled trial[J]. Circulation, 2016, 134(16): 1152-1162. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023956.

[21] FABBRO M 2nd, WINKLER A M, LEVY J H. Technology: is there sufficient evidence to change practice in point-of-care management of coagulopathy?[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2017, 31(5): 1849-1856. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.05.037.

[22] KHAN S, BROHI K, CHANA M, *et al*. Hemostatic resuscitation is neither hemostatic nor resuscitative in trauma hemorrhage[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 76(3): 561-568. DOI: 10.1097/ta.0000000000000146.

[23] RAVI P R, PURI. Fluid resuscitation in haemorrhagic shock in combat casualties[J]. Disaster Mil Med, 2017, 3: 2. DOI: 10.1186/s40696-017-0030-2.

[24] 钟鑫, 宗兆文, 秦昊, 等. 现代战争中损害控制复苏进展[J]. 华南国防医学杂志, 2019, 33(2): 133-137. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2019.02.016.
ZHONG X, ZONG Z W, QIN H, *et al*. Progress in damage control recovery in modern warfare[J]. Mil Med J South China, 2019, 33(2): 133-137. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2019.02.016.

[25] SANDERS S, TIEN H, CALLUM J, *et al*. Fibrinogen concentrate in the special operations forces environment[J]. Mil Med, 2018, 183(1/2): e45-e50. DOI: 10.1093/milmed/usx057.

[26] FERREIRA J, DELOSSANTOS M. The clinical use of prothrombin complex concentrate[J]. J Emerg Med, 2013, 44(6): 1201-1210. DOI: 10.1016/j.jemermed.2012.12.022.

[27] HETZLER M R. Damage control and point of injury care: extending the care continuum to military prehospital providers[J]. J Spec Oper Med, 2012, 12(1): 1-10.

[28] WAHLEN B M, EL-MENYAR A, PERALTA R, *et al*. World academic council of emergency medicine experience document: implementation of point-of-care thromboelastography at an academic emergency and trauma center[J]. J Emerg Trauma Shock, 2018, 11(4): 265-270. DOI: 10.4103/JETS.JETS_134_17.

(**收稿**:2019-06-05;**修回**:2019-08-30)

(编辑 栗 嘉)