· 综述 ·

创伤性心搏骤停预防策略

姜笃银[1]　赵洁[1]　王兴蕾[1]　邵明举[1]　巩会平[1]　周飞虎[2]　刘亚华[3]　王立祥[3]
[1] 山东大学第二医院急诊医学中心，济南 250033；[2] 解放军总医院重症医学科，北京 100853；
[3] 解放军总医院第三医学中心急诊科，北京 100039
通信作者：姜笃银，Email：jdybs2@vip.163.com

【摘要】 创伤性心搏骤停（TCA）的病死率极高，且与非创伤性心搏骤停（NTCA）在复苏策略上有很大的不同，只有在标准复苏流程的同时快速处理各种可逆病因，才能够最大限度地降低患者的病死率。本文通过对低血容量性休克、窒息、张力性气胸、心包填塞、挤压综合征、颅脑损伤和脑疝这几个导致 TCA 的关键因素进行综述，并对其管控措施进行阐述，以期为 TCA 的预防提供可行的策略，为临床救治严重创伤患者、降低 TCA 的发生率和病死率提供参考。

【关键词】 创伤；　心搏骤停；　预防策略
基金项目：国家自然科学基金（81873934）；解放军总医院军事医学科研项目（CX19021）；山东省济南市科技创新计划项目（201704129）
DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20200122-00093

Prevention strategies for traumatic cardiac arrest

Jiang Duyin[1], Zhao Jie[1], Wang Xinglei[1], Shao Mingju[1], Gong Huiping[1], Zhou Feihu[2], Liu Yahua[3], Wang Lixiang[3]
[1]Department of Emergency, the Second Hospital of Shandong University, Jinan 250033, Shandong, China; [2]Department of Critical Care Medicine, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China; [3]Department of Emergency, the Third Medical Centre, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100039, China
Corresponding author: Jiang Duyin, Email: jdybs2@vip.163.com

【Abstract】 The fatality rate of traumatic cardiac arrest (TCA) is extremely high, and it is very different from that of non-traumatic cardiac arrest (NTCA) in resuscitation strategy. Only when the standard resuscitation process is combined with rapid treatment of various reversible causes can the mortality rate of patients be decreased. In this paper, the key factors leading to TCA are reviewed, such as hypovolemic shock, asphyxia, tension pneumothorax, pericardial tamponade, crush syndrome, craniocerebral injury, cerebral hernia, and the control measures are elaborated respectively, so as to provide references for clinical treatment of patients with severe trauma, and reduce TCA incidence and mortality.

【Key words】 Trauma;　Cardiac arrest;　Prevention strategy
Fund program: National Natural Science Foundation of China (81873934); Chinese People's Liberation Army General Hospital Military Medical Research Project (CX19021); Jinan Science and Technology Innovation Project of Shandong Province of China (201704129)
DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200122-00093

心搏骤停是指心脏泵血功能机械活动的突然停止，造成全身血液循环中断、呼吸停止和意识丧失的濒临死亡状态。由于外部暴力造成患者严重的机械性损伤与失血，进而导致的心搏骤停称为创伤性心搏骤停（TCA）。

根据世界卫生组织（WHO）统计，创伤造成了全球 10% 的死亡和 16% 的残疾，甚至是导致儿童和 44 岁以下青壮年死亡的首位死因[1]。虽然 TCA 的存活率很低，仅为 0～3.7%[2]，但是，一旦自主循环恢复（ROSC），患者预后较非创伤性心搏骤停（NTCA）患者要好[3-4]。然而，TCA 与 NTCA 在流行病学、发病机制等多个方面具有很大的差别，因此二者复苏策略也有很大的不同，除按照标准复苏流程外，同时应快速处理各种可逆病因[5]，进而最大限度降低患者病死率。

综合各类文献报道，导致 TCA 发生的关键因素主要包括：低血容量性休克、窒息、张力性气胸、心包填塞、挤压综合征、颅脑损伤和脑疝等。现针对这几个关键因素的管控措施进行阐述，以求在创伤后尽可能地预防 TCA 的发生，提高患者的生存概率。

1　低血容量性休克

低血容量性休克是指各种原因引起的循环容量丢失而导致的有效循环血量与心排血量减少、组织灌注不足、细胞代谢紊乱和功能受损的病理生理过程。创伤失血是导致低血容量性休克最常见的原因，同时也是导致 TCA 的最常见原因[6]。文献报道，48% 的 TCA 是由于出血得不到控制而发生的[5]。

1.1　快速识别：根据文献报道，创伤失血性休克从发病到死亡的中位时间仅为 2 h[7]，因此，早期快速识别至关重要。

创伤失血性休克的早期诊断标准[8]：① 有导致大出血的创伤，如道路交通伤等；② 意识改变，如烦燥不安或意识淡漠、昏迷等；③ 脉搏细数，＞100 次 /min 或不能触及，休克指数＞1.0；④ 皮肤湿冷，胸骨部位皮肤指压痕阳性（指压后再充盈时间＞2 s），皮肤可见花斑、黏膜苍白或发绀，尿量＜30 mL/h 或无尿；⑤ 收缩压＜80 mmHg（1 mmHg＝0.133 kPa）；

⑥ 脉压差＜20 mmHg；⑦ 原有高血压者收缩压较原收缩压下降 30% 以上；符合 ① 以及 ②～④ 中的 2 项或 ⑤～⑦ 中的 1 项即可诊断。

1.2 进阶评估

1.2.1 休克分级：根据患者失血量、生命体征及临床表现，可将创伤失血性休克分为轻、中、重、危重 4 个级别（表 1）。

1.2.2 实验室评估：① 血常规：动态观察血常规的变化能够有效判断失血程度及凝血情况，是评估创伤低血容量性休克患者情况基础且有效的指标。② 动脉血气分析：动脉血气分析能够反映患者通气、换气情况以及酸碱平衡状态。其中动脉血氧分压（PaO_2）和动脉血二氧化碳分压（$PaCO_2$）有助于评估患者呼吸情况，进而指导是否需要人工气道及辅助呼吸。剩余碱（BE）和血乳酸（Lac）水平有助于评估组织灌注情况，进而有助于指导治疗及评估预后。尤其当 Lac＞2 mmol/L 时，患者病死率显著升高[8]。③ 凝血功能指标：随着现代医学对急性创伤性凝血功能障碍（ATC）和创伤性凝血病（TIC）的不断认识及了解，凝血功能也成为创伤患者评估的重要指标。④ 生化指标：生化指标能够有效评估电解质平衡状态进而指导治疗；同时还能够评估肝肾功能，从而在一定程度上评估肝脏及肾脏的损伤情况，对于病情的评估具有重要的作用。

1.2.3 影像学评估：① 创伤超声重点评估（FAST）：FAST 筛查具有便捷性、快速性、无需移动伤员、便于动态观察等优点，能够迅速对创伤患者进行初步筛查，有助于评估患者的病情，尤其在院前急救、批量伤员筛查以及在血流动力学不稳定患者的评估中具有巨大的意义[9]。然而由于 FAST 本身存在敏感性及准确性的局限性，尚不能作为损伤的最终检查方式[10]。② CT：对疑似存在出血的患者，在血流动力学稳定或对液体复苏有反应的情况下，应考虑进行 CT 扫描[11]，必要时可进行增强 CT 检查。

1.3 救治原则：对于创伤患者的救治，应该遵循“抢救生命第一，保护功能第二，先重后轻，先急后缓”的原则。其基本治疗措施包括：控制出血、气道管理、液体复苏、疼痛管理以及积极预防和处理“死亡三联征”等；与此同时需重视损伤控制复苏（DCR）策略，主要包括允许性低血压复苏、止血性复苏和损伤控制性手术。

1.4 救治措施

1.4.1 控制出血：对于存在体表出血的患者，应尽早使用敷料加压包扎等方式控制出血；对于四肢大出血的患者，除敷料加压包扎外，必要时可使用止血带控制出血；对于考虑存在骨盆骨折合并出血的患者，应使用骨盆外固定带[11]。对于存在出血或存在出血风险的患者，建议尽早（创伤后 3 h 内）应用氨甲环酸，具体方法为首剂应用 1 g，输注时间≥10 min，随后追加 1 g，输注时间≥8 h[12-13]。如果创伤时间超过 3 h，除非有证据证明存在纤溶亢进，否则应避免应用氨甲环酸[14]。

1.4.2 气道管理：创伤患者易因气道堵塞或创伤性窒息等情况引起缺氧，因此有效的气道管理和通气是救治创伤失血性休克患者的前提与基础。当患者不能有效通气时，快速诱导麻醉插管（RSI）是保证气道安全的确切方法，但是当现场没有条件进行 RSI 时，需立刻通过基本的辅助通气手法（如仰头提颏法）及装置（如喉罩、口咽通气道等）维持气道通畅，直至能够进行 RSI 或通过外科方法建立稳定的气道[11]。同时需注意患者有无颈椎损伤。

1.4.3 液体复苏：对于出血已经得到有效控制的患者，在心脏功能可耐受的情况下，选择进行确定性复苏，以恢复有效循环，稳定血流动力学；对于出血尚未得到有效控制的患者，在出血得到控制之前，建议采取允许性低血压复苏策略，即以最优的组织灌注压促进凝血环境优化，直到确定早期出血已得到控制[15-17]。

复苏路径：① 现场复苏路径：首选外周静脉通路，但当外周静脉通路建立困难时，可考虑进行骨髓腔穿刺输液[18]；② 院内复苏路径：首先应建立有效的外周静脉通路，随即尽早建立中心静脉通路，必要时也可考虑骨髓腔穿刺输液。

复苏目标血压：对于出血尚未得到有效控制的患者采取允许性低血压复苏，建议在出血得到控制前将复苏目标血压控制在收缩压 80～90 mmHg，持续时间不能超过 60 min，必要时可采用低温辅助措施以保护重要器官功能[19-20]。而对于颅脑损伤患者则需要适当提高目标血压，15～49 岁或＞70 岁的颅脑损伤患者收缩压建议保持在 110 mmHg 以上，50～69 岁患者收缩压建议保持在 100 mmHg 以上[21]。

复苏液体选择：对于创伤失血性休克患者晶体液与胶体液均可应用，一般按照 2∶1 的比例先使用晶体液再使用

表 1 创伤失血性休克分级

分级	失血量占血容量比例（%）	脉搏	脉搏强度	血压	脉压差	尿量	意识状态	瞳孔	微循环	休克指数
轻	15～20	较快，约 100 次 /min	正常 / 稍低	正常 / 稍低	稍低	36～50 mL/h	清醒 / 躁动	正常	变化不明显	1.0～1.5
中	20～40	增快，≥120 次 /min	较弱	收缩压 60～90 mmHg	＜20 mmHg	24～30 mL/h	烦躁、定向力尚存，或意识模糊	正常	颈静脉充盈不明显，肢体末端厥冷	1.5～2.0
重	40～50	增快，≥120 次 /min	减弱	收缩压＜60 mmHg 或测不出	进一步降低	＜18 mL/h，甚至无尿	意识模糊、定向力丧失，甚至昏迷	正常或扩大，对光反射迟钝	颈静脉不充盈，肢端厥冷，范围向近端扩大	＞2.0
危重	＞50	难以触及	微弱	测不出		无尿	昏迷		重度发绀	

注：1 mmHg＝0.133 kPa；空白代表无此项

胶体液[19]。更优的选择则是直接应用晶胶复合液，其中以霍姆复合液为代表，即高渗氯化钠羟乙基淀粉 40 注射液，其主要成分为 4.2% 氯化钠 + 7.6% 羟乙基淀粉，渗透浓度为 1 440 mmol/L。霍姆复合液通过合理的晶胶配比，能够将水肿组织的细胞内液和组织间液转移至血管内，以自体输液的形式迅速增加机体的有效循环血量，同时能够维持血管内液体量，使有效循环血量得到长时间的稳定，因此其具有应用较小剂量便能够达到快速恢复血容量的效果。另外，晶胶复合液还能够抑制全身炎症反应，降低全身炎症反应综合征（SIRS）的发生率[22]。

止血性复苏：由于创伤性大出血会造成凝血物质的消耗进而诱发消耗性凝血病，因此，在初期液体复苏的同时应尽早使用血液制品以防止凝血病的发生。目前推荐的输血策略为应用浓缩红细胞（P-RBC）：新鲜冰冻血浆（FFP）：血小板的比例为 1∶1∶1 的血液制品[23]。

1.4.4 血管活性药物：血管活性药物的应用一般需建立在早期液体复苏的基础上。当出现危及生命或液体复苏亦不能纠正的低血压时，可在液体复苏的同时给予血管活性药物，以尽快使平均动脉压（MAP）达到 60 mmHg 并维持更好的血流动力学。首选药物为去甲肾上腺素，推荐给药途径为中心静脉通路，常用剂量为 0.1 ~ 2.0 $\mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$[11]。

1.4.5 TIC：TIC 是指在严重创伤打击下由于多种因素最终导致凝血功能障碍为主要表现的临床病症[24]。TIC 的主要病理机制包括：创伤导致的凝血物质消耗即消耗性凝血病，液体复苏导致的血液稀释即稀释性凝血病，低体温，酸中毒等。目前 TIC 实验室检查诊断标准（符合其中任意一项）：凝血酶原时间（PT）＞18 s；活化部分凝血活酶时间（APTT）＞60 s；凝血酶时间（TT）＞15 s；凝血酶原时间比值（PTr）＞1.6；有活动性出血或潜在出血，需要血液制品或者替代治疗[25]。血栓弹力图（TEG）和旋转式血栓弹力图（ROTEM）可以通过测量凝血块强度及血凝块形成时间反映机体的凝血功能，既可以诊断 TIC，同时还能够指导临床补液。

治疗策略：包括早期应用氨甲环酸、止血性复苏、应用活化因子Ⅶa（rFⅦa）、应用凝血酶原复合物等。① 在创伤发生 3 h 内应用氨甲环酸以达到早期抗纤溶的目的，首剂应用 1 g（输注时间≥10 min），随后追加 1 g（输注时间≥8 h）[12-13]。② 当血红蛋白＜70 g/L 时，建议按照全血比例输血或输注浓缩红细胞，维持目标为 70 ~ 90 g/L[26]。③ 当出现血小板计数（PLT）下降时，建议输注血小板，维持目标为 $>50\times10^9$/L；对于合并创伤性颅脑损伤的患者，维持目标为 $>100\times10^9$/L[26]。④ 当血浆纤维蛋白原＜1.5 ~ 2.0 g/L，或 TEG 提示明显的纤维蛋白原缺乏时，建议输注纤维蛋白原或冷沉淀，初始剂量为纤维蛋白原 3 ~ 4 g、冷沉淀 50 mg/kg，随后根据纤维蛋白原检测水平和 TEG 结果指导是否需进一步补充[26]。⑤ 对已经采取标准的控制出血策略后出血及 TIC 仍不能控制的患者，建议应用基因重组的 rFⅦa；但对于单纯颅脑损伤引起的颅内出血则不建议应用 rFⅦa[27]。⑥ 对于低钙血症患者应适当补充钙剂，维持目标为 0.9 mmol/L[28]；对于大量输血的患者，则需要监测血浆钙水平并维持其在正常值范围内[25]。⑦ 既往应用抗血小板或抗凝治疗的患者：单独应用阿司匹林者可使用去氨加压素（0.3 μg/kg）；口服维生素 K 依赖抗凝药物者可早期应用浓缩凝血酶原复合物以紧急拮抗；应用抗 Xa 因子药物（利伐沙班、依度沙班等）者，当存在致命性出血时，可应用大剂量凝血酶原复合物（25 ~ 50 U/kg）[25,29]。

1.4.6 控制低体温：低体温被认为是严重创伤患者预后不良的独立危险因素[11]。因此，在创伤后早期应采取措施减少热量丢失，包括去除湿冷衣物、覆盖身体以保温等；对已经发生低体温的患者进行复温，包括复温毯复温、输入加温液体、持续血液滤过加温等，以达到并维持正常的体温。然而，对于合并重型颅脑损伤的患者，在其他部位出血得到控制后，可使用 33 ~ 35 ℃的亚低温脑保护疗法并维持 48 h 以上以减轻脑损害[25]。

1.4.7 控制酸中毒：纠正酸中毒可应用 5% 碳酸氢钠，轻度酸中毒者 24 h 用量 300 ~ 400 mL，重度酸中度者为 600 mL；对于伴有心肾功能不全者可应用 3.5% 氨基丁醇，轻度酸中毒者用量为 300 ~ 400 mL，重度酸中毒者为 500 ~ 800 mL；同时需避免应用大量含氯液体；控制目标为 pH＞7.2[15,30]。于此同时，只有积极纠正休克、保证组织灌注才能从根本上纠正酸中毒。

1.4.8 损伤控制性手术（DCO）：DCO 是指在救治严重创伤患者时，考虑到内环境紊乱、无法耐受长时间手术，进而采取的快捷、简单操作，目的是抢救生命、保全肢体、控制污染、及时遏制伤情进一步恶化，为计划确定性手术赢得时机。其适用范围：合并重度失血性休克、不可控的持续出血以及凝血病的严重创伤患者；解剖损伤复杂、难以处理、操作耗时且同时合并腹部以外损伤的严重创伤患者[11]。另外，对于盆腔、腹腔动脉的活动性出血也可以考虑应用介入治疗。

1.4.9 疼痛管理：对于严重创伤患者，应选择合适的疼痛评估量表进行疼痛评估，可选择吗啡作为一线止痛药物静脉应用，用量为 0.1 mg/kg[31]，根据疼痛管理目标调整用量，同时应严密监测以防发生呼吸抑制[11]。

2 窒　息

气道阻塞和创伤性窒息所导致的缺氧可占到所有 TCA 的 13%[6]。气道阻塞的原因主要包括：异物堵塞，如呼吸道异物、呕吐物等；肿胀堵塞，如呼吸道血肿、气道烧伤导致的呼吸道充血水肿等；重力阻塞，即昏迷患者在仰卧位时因咽部组织重力下坠压迫气道[32]。创伤性窒息是由于钝性暴力作用于胸部所致的上半身广泛皮肤、黏膜、末梢毛细血管淤血及出血性损害，可发生呼吸困难或休克。

对此，有效的气道管理和通气是预防创伤后缺氧性心搏骤停发生的重要措施[6]。RSI 是保证气道安全的确切方法，但当 RSI 无法立即完成时，建议采用基本的辅助通气手法和喉上气道来维持气道通畅及氧供。必要时可采用外科方法建立稳定的气道。在使用呼吸机辅助通气时，考虑到正压通气对血压的不利影响，可采用小潮气量和降低通气频率的方法增加回心血量及心排血量。

3 张力性气胸

当创伤导致胸膜腔与外界相连通并有单向活瓣时，气体随着每次吸气进入胸膜腔并积累增多，导致胸膜腔内压力高于大气压，即出现张力性气胸，此时患者无法进行有效的气体交换，严重时可发生纵隔移位，健侧肺受压，腔静脉回流障碍，是可迅速致死的危急重症。张力性气胸的发生率约为 5%，其中约 13% 发生 TCA[6]。

紧急处理：常应用针刺减压法[23,33]，即使用粗针头穿刺胸膜腔减压，并外接单向活瓣装置。穿刺点可选其中之一：① 患侧锁骨中线与第 2 或第 3 肋间隙；② 腋前线与第 4 肋间隙；③ 腋中线与第 6 肋间隙。随后应尽快行胸腔闭式引流术。如存在持续漏气、肺难以复张时可考虑开胸探查或胸腔镜手术。

4 心包填塞

外伤性心包填塞多发生于胸部锐器伤造成的心包腔内血液积存，是心脏创伤的急速致死原因，约占 TCA 的 10%[6]。由于心包缺乏弹性，当心包腔内积血量达到 75 ~ 100 mL 时即可限制静脉回心血流；当超过 150 mL 时即可影响心脏搏动，甚至可出现心搏骤停[32]。心包填塞临床典型表现为贝克三联征，即静脉压升高、颈静脉怒张，心音遥远、心搏微弱，脉压小、动脉压降低。

对于心包填塞，《欧洲复苏委员会复苏指南（2015 版）》[6]推荐采用复苏性剖胸探查（RT），其存活率在穿透性心脏伤患者中约占 35%，而在钝性损伤患者仅为 0 ~ 2%。进行 RT 需符合：① 钝性创伤患者，心肺复苏（CPR）＜10 min；② 穿透性躯干伤患者，CPR＜15 min。虽然心包内充满血凝块，使心包穿刺减压不够可靠[34-35]，但当无条件进行 RT 时，也可考虑行心包穿刺减压，以尽可能挽救患者的生命。

5 挤压综合征

挤压综合征是指四肢、躯干等肌肉丰富的部位遭受重物长时间的挤压，在挤压解除后出现因肌肉组织直接损伤和缺血 / 再灌注损伤导致的一系列全身反应。主要临床表现除了受压部位疼痛、肿胀、水泡、感觉异常等，还有肌红蛋白尿、高血钾、酸中毒和急性肾衰竭，甚至可发生低血容量性休克、心搏骤停。对此，应根据其病理生理机制的不同阶段采取不同的措施。

在解除挤压前应快速建立静脉通路并早期大量补液，其目的在于改善微循环、稀释毒素、增加肾脏灌注、保护器官功能；目前补液方案尚存在争议，但更倾向于温热、等张、不含钾的晶体液[36]。另外，碱化尿液、抗感染、维持电解质和酸碱平衡都有利于防范心搏骤停的发生。

对于发生急性骨筋膜室综合征的挤压伤肢体，有共识认为应在诊断明确（即骨筋膜室压力持续＞30 mmHg）的情况下方可实施筋膜室切开减压[37]，但也有文献表明，早期行筋膜室切开减压辅助负压封闭引流技术（VSD）治疗效果更优[36,38]。

对于发生高钾血症、急性肾衰竭的挤压综合征患者，早期进行血液净化治疗可显著降低病死率[39]。

6 颅脑损伤和脑疝

重型颅脑损伤有较高的病死率和致残率，其早期死亡原因主要为难以控制的高颅压和脑疝形成。颅脑损伤发生后在多种机制的共同作用下可导致脑水肿的发生，随着颅内压的不断升高，脑组织可发生位移甚至形成脑疝，进而导致残疾甚至死亡[40]。“抢在脑疝前面”即迅速有效地控制颅内压是提高患者存活率和治愈率的关键。继发于颅脑损伤的脑疝常在短时间内急速恶化，因此，早期、迅速手术干预成为重要的治疗措施，其目的在于清除颅内占位性病变（颅内血肿等）、减轻脑水肿，必要时甚至需要直接处理脑疝[41-42]。另外，有效的通气治疗、应用镇静剂、高渗性治疗等保守治疗也是必要和推荐的[21]。

需要特别注意的是，由于颅内压增高患者会出现反射性血压升高、心率减慢，与低血容量性休克的症状正好相反，使得重型颅脑损伤合并低血容量性休克的临床诊断更为复杂困难。治疗上，遵循 DCR 策略，对于失血量＞1 500 mL、收缩压＜70 mmHg 的患者，应首先进行抗休克治疗，待血容量及脑灌注压恢复后再行解除脑疝的治疗；对于其他患者，可以兼顾抗休克治疗的同时早期进行解除脑疝的手术治疗，必要时可同时进行止血等其他手术[43]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] World Health Organization. Health statistics and information systems: disease, injury and causes of death regional estimates, 2000–2012 [EB/OL]. [2020–01–16]. https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_regional_2000_2012/en/.

[2] Hopson LR, Hirsh E, Delgado J, et al. Guidelines for withholding or termination of resuscitation in prehospital traumatic cardiopulmonary arrest [J]. J Am Coll Surg, 2003, 196 (3): 475–481. DOI: 10.1016/s1072–7515(03)00229–1.

[3] Leis CC, Hernández CC, Blanco MJ, et al. Traumatic cardiac arrest: should advanced life support be initiated? [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 74 (2): 634–638. DOI: 10.1097/TA.0b013e31827d5d3c.

[4] Zwingmann J, Mehlhorn AT, Hammer T, et al. Survival and neurologic outcome after traumatic out–of–hospital cardiopulmonary arrest in a pediatric and adult population: a systematic review [J]. Crit Care, 2012, 16 (4): R117. DOI: 10.1186/cc11410.

[5] Kleber C, Giesecke MT, Lindner T, et al. Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin [J]. Resuscitation, 2014, 85 (3): 405–410. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.11.009.

[6] Truhlář A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015: section 4. Cardiac arrest in special circumstances [J]. Resuscitation, 2015, 95: 148–201. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.017.

[7] Tisherman SA, Schmicker RH, Brasel KJ, et al. Detailed description of all deaths in both the shock and traumatic brain injury hypertonic saline trials of the Resuscitation Outcomes Consortium [J]. Ann Surg, 2015, 261 (3): 586–590. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000837.

[8] Ouellet JF, Roberts DJ, Tiruta C, et al. Admission base deficit and lactate levels in Canadian patients with blunt trauma: are they useful markers of mortality? [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 72 (6): 1532–1535. DOI: 10.1097/TA.0b013e318256dd5a.

[9] 罗小敏，王栋锋，魏捷. 创伤超声重点评估在胸腹部创伤急救中的应用 [J]. 创伤外科杂志，2015, 17 (2): 181–184.
Luo XM, Wang DF, Wei J. Application of focused assessment with sonography for trauma in emergency treatment of chest and abdominal injuries [J]. J Trauma Surg, 2015, 17 (2): 181–184.

[10] 李征毅，冯健，滕国召，等. 创伤重点超声评估法（FAST）在胸腹外伤急救中的应用 [J]. 海南医学，2011, 22 (13): 95–97. DOI: 10.3969/j.issn.1003–6350.2011.13.042.
Li ZY, Feng J, Teng GZ, et al. Application of focused assessment of sonography for trauma in the early screening of the wounded in eergency department [J]. Hainan Med J, 2011, 22 (13): 95–97. DOI:

10.3969/j.issn.1003-6350.2011.13.042.

[11] 中国医师协会急诊分会, 解放军急救医学专业委员会, 解放军重症医学专业委员会, 等. 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26 (12): 1358-1365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.004.
Chinese College of Emergency Physicans, PLA Emergency Medicine Committee, PLA Critical Care Medicine Committee, et al. Expert consensus on diagnosis and treatment of hemorrhagic traumatic shock in China [J]. Chin J Emerg Med, 2017, 26 (12): 1358-1365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.004.

[12] Jacob M, Kumar P. The challenge in management of hemorrhagic shock in trauma [J]. Med J Armed Forces India, 2014, 70 (2): 163-169. DOI: 10.1016/j.mjafi.2014.03.001.

[13] Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition [J]. Crit Care, 2016, 20: 100. DOI: 10.1186/s13054-016-1265-x.

[14] Roberts I, Shakur H, Afolabi A, et al. The importance of early treatment with tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of the CRASH-2 randomised controlled trial [J]. Lancet, 2011, 377 (9771): 1096-1101, 1101. e1-2. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60278-X.

[15] 刘良明. 创伤失血性休克早期救治规范解读 [J]. 创伤外科杂志, 2017, 19 (12): 884-887. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2017.12.002.
Liu LM. Interpretation of norms for early treatment of traumatic hemorrhagic shock [J]. J Trauma Surg, 2017, 19 (12): 884-887. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2017.12.002.

[16] Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al. Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated European guideline [J]. Crit Care, 2013, 17 (2): R76. DOI: 10.1186/cc12685.

[17] Carrick MM, Morrison CA, Tapia NM, et al. Intraoperative hypotensive resuscitation for patients undergoing laparotomy or thoracotomy for trauma: early termination of a randomized prospective clinical trial [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016, 80 (6): 886-896. DOI: 10.1097/TA.0000000000001044.

[18] Chico-Fernández M, Terceros-Almanza LL, Mudarra-Reche CC. Innovation and new trends in critical trauma disease [J]. Med Intensiva, 2015, 39 (3): 179-188. DOI: 10.1016/j.medin.2014.09.003.

[19] Butler FK Jr. Fluid resuscitation in tactical combat casualty care: yesterday and today [J]. Wilderness Environ Med, 2017, 28 (2S): S74-S81. DOI: 10.1016/j.wem.2016.12.007.

[20] Hamada SR, Gauss T, Pann J, et al. European trauma guideline compliance assessment: the ETRAUSS study [J]. Crit Care, 2015, 19: 423. DOI: 10.1186/s13054-015-1092-5.

[21] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition [J]. Neurosurgery, 2017, 80 (1): 6-15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.

[22] 中国研究型医院学会卫生应急学专业委员会, 心肺复苏学专业委员会, 河南省医院协会心肺复苏专业委员会. 2019 创伤性休克急救复苏创新技术临床应用中国专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31 (3): 257-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.001.
Health Emergency Committee of Chinese Research Hospital Association, Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Chinese Research Hospital Association, Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Henan Hospital Association. Chinese expert consensus on the clinical application of innovative first-aid resuscitation technology for traumatic shock in 2019 [J]. Chin Crit Care Med, 2019, 31 (3): 257-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.001.

[23] 中国研究型医院学会心肺复苏学专业委员会. 2016 中国心肺复苏专家共识 [J]. 解放军医学杂志, 2017, 42 (3): 243-269. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2017.03.13.
Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Chinese Research Hospital Association. 2016 National consensus on cardiopulmonary resuscitation in China [J]. Med J Chin PLA, 2017, 42 (3): 243-269. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2017.03.13.

[24] Maegele M. Coagulopathy after traumatic brain injury: incidence, pathogenesis, and treatment options [J]. Transfusion, 2013, 53 Suppl 1: 28S-37S. DOI: 10.1111/trf.12033.

[25] 中国研究型医院学会卫生应急学专业委员会, 中国中西医结合学会灾害医学专业委员会. 急性创伤性凝血功能障碍与凝血病诊断和卫生应急处理专家共识(2016)[J/CD]. 中华卫生应急电子杂志, 2016, 2 (4): 197-204. DOI: 10.3877/cma. j. issn. 2095-9133.2016.04.001.
CRHA Professional Committee on Health Emergency Science, CAIM Professional Committee on Disaster Medicine. National consensus on diagnosis and emergency management of acute traumatic coagulation dysfunction and coagulation disease (2016) [J/CD]. Chin J Hygiene Rescue (Eletronic Edition), 2016, 2 (4): 197-204. DOI: 10.3877/cma. j. issn.2095-9133.2016.04.001.

[26] Giordano S, Spiezia L, Campello E, et al. The current understanding of trauma-induced coagulopathy (TIC): a focused review on pathophysiology [J]. Intern Emerg Med, 2017, 12 (7): 981-991. DOI: 10.1007/s11739-017-1674-0.

[27] DeLoughery EP, Lenfesty B, DeLoughery TG. A retrospective case control study of recombinant factor Ⅶa in patients with intracranial haemorrhage caused by trauma [J]. Br J Haematol, 2011, 152 (5): 667-669. DOI: 10.1111/j.1365-2141.2010.08437.x.

[28] Jansen JO, Thomas R, Loudon MA, et al. Damage control resuscitation for patients with major trauma [J]. BMJ, 2009, 338: b1778. DOI: 10.1136/bmj.b1778.

[29] Eerenberg ES, Kamphuisen PW, Sijpkens MK, et al. Reversal of rivaroxaban and dabigatran by prothrombin complex concentrate: a randomized, placebo-controlled, crossover study in healthy subjects [J]. Circulation, 2011, 124 (14): 1573-1579. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.029017.

[30] Endo A, Shiraishi A, Otomo Y, et al. Development of novel criteria of the "Lethal Triad" as an indicator of decision making in current trauma care: a retrospective multicenter observational study in Japan [J]. Crit Care Med, 2016, 44 (9): e797-803. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001731.

[31] Scholten AC, Berben SA, Westmaas AH, et al. Pain management in trauma patients in (pre)hospital based emergency care: current practice versus new guideline [J]. Injury, 2015, 46 (5): 798-806. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.045.

[32] 冯庚. 围创伤性心搏骤停期患者的院前急救(中)[J/CD]. 中华卫生应急电子杂志, 2018, 4 (3): 179-181. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2018.03.012.
Feng G. Pre-hospital first aid for patients with peritraumatic cardiac arrest [J/CD]. Chin J Hygiene Rescue (Electronic Edition), 2018, 4 (3): 179-181. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2018.03.012.

[33] Escott ME, Gleisberg GR, Kimmel K, et al. Simple thoracostomy. Moving beyong needle decompression in traumatic cardiac arrest [J]. JEMS, 2014, 39 (4): 26-32.

[34] Gao JM, Gao YH, Wei GB, et al. Penetrating cardiac wounds: principles for surgical management [J]. World J Surg, 2004, 28 (10): 1025-1029. DOI: 10.1007/s00268-004-7523-0.

[35] Manz E, Nofz L, Norman AN, et al. Incidence of clotted haemopericardium in traumatic cardiac arrest in 152 thoracotomy patients [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2014, 22 (Suppl 1): 20. DOI: 10.1186/1757-7241-22-S1-P20.

[36] 刘涛, 白祥军. 挤压伤和挤压综合征 [J]. 创伤外科杂志, 2016, 18 (7): 447-449. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2016.07.022.
Liu T, Bai XJ. Crush injury and crush syndrome [J]. J Trauma Surg, 2016, 18 (7): 447-449. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2016.07.022.

[37] 挤压综合征急性肾损伤诊治协助组. 挤压综合征急性肾损伤诊治的专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2013, 93 (17): 1297-1300. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.17.006.
Diagnosis and Treatment of Acute Tenal Injury in Crush Syndrome Task Force. Expert consensus on diagnosis and treatment of acute renal injury in crush syndrome [J]. Natl Med J China, 2013, 93 (17): 1297-1300. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.17.006.

[38] 杨帆, 白祥军, 易成腊, 等. 急诊负压封闭引流术治疗挤压综合征 [J]. 中华创伤杂志, 2009, 25 (2): 103-106. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2009.02.30.
Yang F, Bai XJ, Yi CL, et al. Treatment of crush syndrome by emergency vacuum sealing drainage [J]. Chin J Trauma, 2009, 25 (2): 103-106. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2009.02.30.

[39] Bonomini M, Stuard S, Dal Canton A. Dialysis practice and patient outcome in the aftermath of the earthquake at L'Aquila, Italy, April 2009 [J]. Nephrol Dial Transplant, 2011, 26 (8): 2595-2603. DOI: 10.1093/ndt/gfq783.

[40] 焦保华, 赵宗茂.《第4版美国重型颅脑损伤诊疗指南》解读 [J]. 河北医科大学学报, 2018, 39 (2): 125-128, 145. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2018.02.001.
Jiao BH, Zhao ZM. The unscramble of *Guidelines for management of severe traumatic brain injury (4th edition)* [J]. J Hebei Med Univ, 2018, 39 (2): 125-128, 145. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2018.02.001.

[41] 马廉亭. 颅内压增高危象——脑疝综合征(四)[J]. 中国临床神经外科杂志, 2007, 12 (6): 379-382. DOI: 10.3969/j.issn.1009-153X.2007.06.024.
Ma LT. Increased intracranial pressure crisis: cerebral hernia syndrome (Ⅳ) [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2007, 12 (6): 379-382. DOI: 10.3969/j.issn.1009-153X.2007.06.024.

[42] Aarabi B, Hesdorffer DC, Ahn ES, et al. Outcome following decompressive craniectomy for malignant swelling due to severe head injury [J]. J Neurosurg, 2006, 104 (4): 469-479. DOI: 10.3171/jns.2006.104.4.469.

[43] 屈阳, 胡群亮, 张赛. 重型颅脑创伤后脑疝伴失血性休克救治策略 [J]. 中华创伤杂志, 2010, 26 (6): 490-494. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2010.06.003.
Qu Y, Hu QL, Zhang S. Treatment strategies for brain hernia combined with hemorrhagic shock following severe traumatic brain injury [J]. Chin J Trauma, 2010, 26 (6): 490-494. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2010.06.003.

(收稿日期: 2020-01-22)