

院外放置四肢创伤口止血带的效能评估

纪学颖^{1,2}, 章衡², 樊冬雪², 任艳², 邱晨², 燕宪亮^{1,3}

1. 徐州医科大学第二临床学院急救与救援医学系, 江苏徐州 221002; 2. 镇江市急救中心, 江苏镇江 212003; 3. 徐州医科大学附属医院急诊医学科, 江苏徐州 221002

摘要:目的 评估院前急救中四肢创伤出血患者止血带(TQ)的应用及效果。方法 采用回顾性分析方法, 依据ICD-10编码筛选出2022年7月1日—2023年6月30日经镇江市急救中心救治的创伤患者, 并依据纳入标准收集相关患者的临床资料, 所有患者按止血带操作者进行分组[紧急医疗服务人员(EMS)、警察、第一目击者(FR)、患者本人], 比较各组放置止血带的适当性与临床效果等。结果 共有291例院外四肢创伤性出血患者使用止血带, 患者年龄17~68岁, 平均(32 ± 17.5)岁; 男:女=3.9:1.0。所有患者的应急反应时间为10(3~15)min, 现场停留时间为12(11~23)min, 平均转运时间为9(5~12)min; 导致创伤的原因主要是交通事故, 穿刺伤/撕裂伤是最常见损伤类型。超过50%的病历没有记录止血带使用的时间。非EMS人员主要使用布条式的临时止血带, 第一目击者组使用止血带的适当性和有效性相对最低。使用布条式临时止血带止血效果不佳的患者在EMS人员换用制式止血带后均实现了有效止血。EMS所使用的通常都是制式止血带, 稳定患者临床体征取得较好效果。因TQ导致的并发症发生率较低, 主要的并发症为止血带捆扎部位皮肤青紫肿胀。结论 在院外要提高四肢创伤大出血的救治成功率, 需帮助非EMS人员正确掌握四肢止血带应用指征并有效放置止血带, 同时如果能普及制式止血带或许将更有助于提高四肢创伤口止血成功率。

关键词:院外急救; 四肢创伤; 大出血; 止血带; 急救

中图分类号: R459.7 文献标识码: A 文章编号: 1673-6966(2023)11-1507-05

Evaluation of the efficacy of out-of-hospital placement of tourniquets for extremity trauma

JI Xueying, ZHANG Heng, FAN Dongxue, REN Yan, QIU Chen, YAN Xianliang. Department of Emergency and Rescue Medicine, Second Clinical College, Xuzhou Medical University, 221002, China

Corresponding author: YAN Xianliang, E-mail: docyxl@163.com

Abstract: Objective To assess the application and effect of tourniquet in patients with bleeding extremity trauma in prehospital emergency care. **Methods** A retrospective analysis was used to screen out trauma patients treated by Zhenjiang Emergency Medical Center from July 1, 2022 to June 30, 2023 based on ICD-10 codes, and the clinical data of the relevant patients were collected based on the inclusion criteria, and all the patients were grouped according to tourniquet operators (EMS group, police group, first responder group, and the patient's own group), and the groups were compared in terms of placing the tourniquet. The appropriateness of tourniquet placement and clinical outcomes were compared between the groups. **Results** A total of 291 patients with out-of-hospital traumatic hemorrhage of the extremities were tourniqueted; patients' ages ranged from 17~68 years, with a mean of (32 ± 17.5) years, and M:F=3.9:1.0. Emergency response time for all patients was 10 (3~15 minutes), on-scene stay time was 12 (11~23) minutes, and the mean transfer time was 9 (5~12) minutes. One of the main causes of trauma was traffic accidents, with puncture wounds/lacerations being the most common type of injury. The time of tourniquet application was not documented in more than 50% of the charts. Temporary tourniquets of the cloth type were predominantly used by non-EMS personnel, and the appropriateness and effectiveness of tourniquet use by first witnesses was relatively minimal. Patients who had poor hemostasis with a cloth temporary tourniquet achieved effective hemostasis after EMS personnel switched to a standard tourniquet. The standard tourniquet was usually used by EMS, with better results in stabilizing the patient's clinical signs. The incidence of complications due to TQ was low, with the main complication being bruising and swelling of the skin at the site of tourniquet binding. **Conclusion** In order to improve the success rate of hemorrhage in extremity trauma out-of-hospital, it is necessary to help non-EMS personnel to correctly grasp the indications for the application of extremity tourniquets and to effectively place tourniquets, and at the same time, if it is possible to popularize the use of standardized tourniquets, it may be more helpful to improve the success rate of hemostasis in extremity trauma.

Key words: Out-of-hospital care; Extremity trauma; Haemorrhage; Tourniquets; First aid

基金项目:徐州市国家临床重点专科培育项目(编号:2018ZK004);徐州市医学领军人才培养项目(编号:XWRCHT20210026);镇江市社会发展指导性科技计划项目(编号:FZ2022131)

通信作者:燕宪亮, E-mail: docyxl@163.com

创伤是导致15~44岁人群意外死亡的最常见原因^[1]。但是如果得到正确的治疗,大约28%的创伤患者有可能存活,因为在可能预防的死亡中,超过50%是由未控制的出血引起的^[2]。四肢血管损伤造成的大出血是可通过及时干预避免死亡的可靠措施,因此,快速控制大量出血至关重要。止血带(tourniquets,TQ)是易于学习和使用的止血工具之一,研究表明,与医院应用止血带相比,院外应用止血带具有显著的存活率优势(89% vs. 78%)^[3]。现有的创伤生命支持(trauma life support,TLS)课程均支持在直接按压无法控制外部出血的情况下使用止血带。现评估本地区院外急救中四肢创伤出血患者的止血带应用情况,为相应的急救知识普及和培训提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 依据疾病和有关健康问题的国际统计分类(第10次修订本)(ICD-10)编码筛选出2022年7月1日—2023年6月30日经镇江市急救中心救治的创伤患者,并依据纳入标准收集相关患者的临床资料,包括患者年龄、性别等一般情况。此外,还收集了损伤机制(mechanism of injury, MOI)、转院状态、院外和初始到达院内急诊室时的临床数据:收缩压(systolic blood pressure, SBP)、脉搏、休克指数(脉率/收缩压)、格拉斯哥昏迷评分(Glasgow Coma Scale, GCS)等变量并记录损伤部位。以及应用止血带的相关记录:包括止血带应用的时间/位置/部位、止血带类型(分2类:制式止血带与布条式止血带^[4])、同一肢体上应用的止血带数量、TQ应用的指征以及适当性、可能的止血带并发症。患者按给予TQ的操作人员[紧急医疗服务人员(EMS)、警察、第一目击者(FR)、患者本人]进行分组。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 纳入和排除标准 纳入标准:年龄≥16岁的创伤伴有四肢出血的患者;院外四肢至少有一个肢体使用止血带止血;所需临床资料完整。排除标准:任何因非创伤性出血,包括动静脉瘘出血等应用止血带的患者;手指出血在手指部位应用止血带止血的患者;急救人员到达现场时已无生命体征的患者。

1.3 止血带应用判断的相关标准 按《中国止血带的急诊应用专家共识》(以下简称《共识》)^[4]中列出的止血带类型,院外采用的制式止血带类型包括:卡带式止血带、旋压式止血带等;布条式止血带

是在没有其他制式止血带的紧急情况时使用,以皮带、领带、衣袖、床单等快速制成条状使用。缺点是没有弹性,使用时压力不均匀,易松开脱落,单独使用很难真正达到止血目的,需要与绞杆配合使用以达到彻底止血。相关止血带应用判断标准如表1所示。

表1 止血带应用适当与否判断标准

| | |
|-------------------------|--|
| 止血带应用明确指征 (以下简称《指征》) | 1.外伤性截肢,不包括手指截肢(指) ^[5] |
| | 2.需要在到达医院后2 h内进行紧急手术的肢体损伤 |
| | 3.需要修复或结扎的血管损伤 |
| | 4.现场有大量失血记录 |
| | 5.血管损伤的明确症状或体征(无远端脉搏;远端缺血的症状——疼痛、苍白、麻木、瘫痪、失温;受伤部位可听到响声或触摸到颤动;活动性动脉出血,大的扩张性血肿) |
| 止血带应用不当 | 1.未标注止血带使用时间或止血带使用时间过长(止血带在肢体上的时间超过2 h) 2.止血带在损伤的远心端 3.静脉止血带(止血带在位时,远端可触及明显动脉搏动) |

1.4 统计学方法 采用SPSS 22统计学软件进行数据分析。计量资料均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用ANOVA检验。连续变量以中位数和四分位数间距(M[QR])表示,组间特征比较采用Kruskal-Wallis检验。计数资料以频数和率表示,组间比较采用Person χ^2 检验或Fisher确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况 从2022年7月1日—2023年6月30日,镇江市急救中心共收集了291例于院外使用止血带相关的四肢创伤性出血患者的病历资料,约占同时期所有院外救治患者的1.5%,占同时期院外救治创伤患者的2.9%。患者年龄17~68岁,平均(32.0+17.5)岁;231例(79.4%)为男性,60例(20.6%)为女性,男:女=3.9:1.0。所有患者的应急反应时间为10(3~15)min,现场停留时间为12(11~23)min,平均转运时间为9(5~12)min。按止血带操作者分组的患者平均年龄无统计学差异($P > 0.05$,见表2)。导致创伤的原因主要是交通事故:患者最多的涉及电动车与电动车碰撞($n=134$,46.0%),其次是机动车与行人之间的碰撞($n=84$,28.9%)以及单一电动车碰撞($n=40$,13.7%),其他原因如机动车相互碰撞、坠落、摔伤等($n=33$,11.3%)。

2.2 应用止血带的四肢出血患者MOI分析 不同MOI导致的创伤患者人数按放置四肢止血带人员

分组如表2所示。其中EMS人员放置TQ的患者269例(占92.4%),非EMS人员放置TQ的患者22例(占7.6%),二者比例约为12:1。非EMS人员放置止血带的患者主要为可能危及生命的大出血,其中警察应用止血带的患者均为四肢刺伤或撕裂伤。

表2 不同组别患者的年龄与MOI比较

| 患者特征 | 放置止血带的人员 | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | EMS人员 | 警察 | FR | 患者本人 |
| 年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)* | 39.1±16.3 | 33.6±15.4 | 37.6±16.2 | 38.1±17.5 |
| 损伤机制[n(%)] | | | | |
| 电动车相互碰撞(134, 46.0) | 124 | 5 | 3 | 2 |
| 机动车行人碰撞(84, 28.9) | 81 | 2 | | 1 |
| 单一电动车碰撞(40, 13.7) | 37 | | 1 | 2 |
| 机动车碰撞(23, 7.9) | 19 | 2 | 1 | 1 |
| 高空坠落(7, 2.4) | 7 | | | |
| 摔伤(3, 1.0) | 1 | | 1 | 1 |
| 合计 | 269 | 9 | 6 | 7 |

注:^{*}P>0.05

2.3 院外止血带应用的类型与适当性 有109例(占37.5%)患者在尝试直接按压无效后使用了止血带,其中EMS组103例、患者本人组5例、FR组1例。非EMS人员使用的止血带中仅有患者本人组1例使用了制式旋压式止血带,而EMS组所使用的通常都是制式止血带(其中卡带式占13.4%,旋压式占86.6%)。没有患者在同一肢体上接受2次TQ。共有4例患者(FR组3例、患者本人组1例)没有活动性出血而使用TQ,EMS人员到达现场后移除。共6例(警察组1例、FR组2例、患者本人组3例)使用的布条式TQ因没有实现有效止血被替换,其中4例替换为旋压式,2例替换为卡带式,均有效止血。非EMS组的患者中超过50%的病历没有TQ放置的起始时间记录,EMS组中有11例患者无放置TQ起始时间的记录,但记录的到达现场至到达医院的时间均在10 min以内。

2.4 患者临床特征及其变化 在应用TQ的患者中,穿刺/撕裂伤是最常见的损伤类型。其中有146例是穿透伤,占50.2%。有231例患者在到达医院外GCS评分在14~15之间,这表明大多数患者醒着,脑损伤可能性较小。院外共247例患者出现生命体征不稳定,其中12例患者院外现场休克指数>2,EMS组216例、非EMS组6例有2项及以上临床特征变化。到达院内急诊室时有10例患者休克指数>2($\chi^2=0.18, P=0.68$),EMS组生命体征异常人数降为159例,其中2项及以上异常的118例,人数明显降低($\chi^2=1.15, P=0.04$),而非EMS组无明

显降低($P=0.66$),见表3。

2.5 应用止血带的并发症和结果 在所有使用止血带的患者中,因TQ导致的并发症发生率较低(8/291, 2.7%)。主要的并发症为止血带捆扎部位皮肤青紫肿胀。有11例患者在院内急诊科就诊后直接出院回家,按放置TQ人员分组分别是警察(2/9, 22.2%)、FR(3/6, 50.0%)、患者本人(3/7, 42.9%)和EMS(3/269, 1.1%)。所有患者记录的死亡人数是4例(1.4%),其中3例在EMS组中,1例在警察组中,均为下肢离断伤。

表3 院外、院内异常临床数据患者比较(例)

| 临床特征 | 放置止血带的人员 | | | |
|---------------|----------|----|----|------|
| | EMS人员 | 警察 | FR | 患者本人 |
| 院外 | | | | |
| 收缩压(<90 mmHg) | 144 | 3 | 1 | 1 |
| 脉搏(>100次/分) | 180 | 3 | 1 | 2 |
| GCS(<8) | 19 | 1 | 0 | 0 |
| 休克指数(>2) | 11 | 1 | 0 | 0 |
| 院内急诊室 | | | | |
| 收缩压(<90 mmHg) | 118 | 1 | 0 | 1 |
| 脉搏(>100次/分) | 129 | 1 | 1 | 1 |
| GCS(<8) | 19 | 1 | 0 | 0 |
| 休克指数(>2) | 9 | 1 | 0 | 0 |

3 讨论

2013年美国波士顿马拉松爆炸案以及后来发生的群体事件中,FR在EMS人员到达之前帮助控制受伤患者的出血,被证明在院外使用四肢止血带可以挽救生命^[6-8],最近的文献也描述了院外TQ在民用环境中用于特定损伤(外周血管损伤和肢体截肢/近截肢)时的益处^[9-10]。此外,多项研究讨论了针对非EMS人群在提供和传授使用肢体止血带能力方面的成功^[11-13]。本结果数据提示非EMS人员在现场如果愿意作为第一反应者,能够较好地识别正确的止血带应用指征,并为创伤患者适当地放置四肢止血带。然而也必须看到不同人群(警察、FR和患者本人)在使用TQ技术的实际过程中,仍然存在不同的甚至很大的知识差距。

我国最新《共识》推荐直接压迫肢体止血失败时考虑使用止血带,但同时也推荐灾害或事故现场对威胁生命的四肢出血可立即使用止血带止血^[4]。在大规模伤亡和其他暴力突发事件中,警察/执法部门往往是第一个到达现场,可以在受伤时立即提供医疗护理,包括基本的止血、加压包扎等^[14]。本研究结果显示警方放置的止血带大多数是临时的布条式止血带,说明可能对制式止血带的应用尚缺乏宣传或者重视,同时非EMS人员使用制式止血

带的比例很低,但毕竟配备并首选制式止血带也是《指南》推荐的,这就需要将时间和资源投入到相应的基本出血控制培训上,包括 TQ 的使用等,并为警察或者在公共场所提供必要的设备(如出血控制包和/或制式止血带等)。

在没有制式止血带的情况下,布条式止血带代表了一种可行的四肢止血的替代方法,但最近的文献和美国外科医生协会创伤委员会的指南建议,在有条件的情况下,使用制式止血带而不是布条式止血带^[15-17]。从本研究数据来上看,所有由非 EMS 人员放置的布条式止血带部分最终被替换或解除,虽然本研究中止血带并发症发生率很低。值得注意的是,未经训练的非专业人员使用 TQ 会导致不可接受的高失败率^[18]。Mikdad 等^[5]的一项研究结果表明,在没有适当指征的情况下实施院外止血带的比例很高,不仅如此,大量的院外止血带被发现应用不当。Dennis 等^[19]在 2019 年进行的一项研究得出结论,未经培训的外行人应用 TQ 的失败率高得不可接受,并且止血带缺乏统一性。因此还是倡议开展相关创伤急救教育,包括止血带应用等止血培训的课程,帮助装备和培训 FR 作为能够正确使用止血带的即时急救志愿者。

从本研究数据来看,非 EMS 人员对四肢血管损伤使用止血带的概率并不是很高,因此本地区非 EMS 人员在院外环境中应用止血带的能力还有待进一步评估。现在有许多类型和制造商的止血带可供公众使用,但存在主要问题是易用性、有效性和缺乏标准化。同其他急救技术一样,在一次技能培训中可能无法很好地使用或根本没办法使用其他类型的止血带^[20],毕竟培训也是有限制的,包括资源等。目前公开销售的出血控制产品越来越多,但有效性还缺乏充分评估。在这方面,专家们建议建立考虑到有效性、易用性和成本的止血带设计正式标准。本研究中有超过三分之一的患者是在直接按压无效的情况下使用止血带,这可能一方面提示对于大多数日常生活环境中创伤出血可以通过直接按压、伤口包扎、止血带等的逐步方法来控制^[21],当然发生大出血或卡压等情况下除外,另一方面也可能提示对大出血的判断缺乏相应的理论知识,而对于是否立即使用止血带还有待普及培训中的实践经验积累。

尽管大部分患者的脑损伤可能性较小,但对于瞳孔改变、颅高压表现的颅脑外伤患者应做好密切监测与干预,以最大可能减少患者死亡,改善预后^[22]。由于院外环境的局限,所有患者的创伤严重程度评估无法

实现比较标准化,这使得应用止血带患者的数据无法进行更细致的评价和统计学分析,由于研究的限制,未能对涉及非 EMS 人员在现场进行使用止血带的意愿、是否接受过相关培训等调查。另外本研究的数据来源于单一中等城市急救中心的结果,因此可能无法推广到其他等级的城市。我们高度期盼能进行一项描述 TQ 在全国应用的前瞻性研究,此大型研究将更具有统计学意义。

总之,为了提高危及生命的肢体出血患者的生存率,必须早期控制出血。在院外要提高四肢创伤大出血的救治成功率,需帮助非 EMS 人员正确掌握四肢止血带应用指征并有效放置止血带,同时如果能普及制式止血带或许将更有助于提高四肢创伤止血成功率。

参考文献

- [1] Eilertsen KA, Winberg M, Jeppesen E, et al. Pre-hospital tourniquets in civilians: a systematic review[J]. Prehosp Disaster Med, 2021,36(1):86-94.
- [2] Jacobs LM, Burns KJ, Langer G, et al. The hartford consensus: a national survey of the public regarding bleeding control[J]. J Am Coll Surg, 2016,222(5):948-955.
- [3] Legare T, Schroll R, Hunt JP, et al. Prehospital tourniquets placed on limbs without major vascular injuries, has the pendulum swung too far?[J]. Am Surg, 2022, 88(9): 2103-2107.
- [4] 中国医师协会急诊医师分会,中国人民解放军急救医学专业委员会,中国医师协会急诊医师分会急诊外科专业委员会.止血带的急诊应用专家共识[J].中华急诊医学杂志, 2020, 29(06):773-779.
- [5] Mikdad S, Mokhtari AK, Luckhurst CM, et al. Implications of the national stop the bleed campaign: The swinging pendulum of prehospital tourniquet application in civilian limb trauma[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 91(2): 352-360.
- [6] Rattanathanya T, Adulkasem N, Wongcharoenwatana J, et al. Perioperative blood loss reduction using a sterile exsanguination tourniquet for orthopedic femoral-related surgeries in children: a randomized controlled study[J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 580.
- [7] Mokhtari AK, Mikdad S, Luckhurst C, et al. Prehospital extremity tourniquet placements-performance evaluation of non-EMS placement of a live saving device[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(5):4255-4265.
- [8] Schroll R, Smith A, Alabaster K, et al. AAST multicenter prospective analysis of prehospital tourniquet use for extremity trauma[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 92(6): 997-1004.
- [9] Reed JR, Carman MJ, Titch FJ, et al. Implementation and evaluation of a first-responder bleeding-control training program in a rural police department[J]. J Spec Oper Med, 2018,18(3):57-61.
- [10] Dayal S, Portela R, Taylor S, et al. Measuring the effect of audio instructions on the time and effectiveness of tourniquet application by laypeople[J]. Prehosp Emerg Care, 2023, 27(5): 613-617.

(下转1536)

- [2] Mohan B, Gupta V, Ralhan S, et al. Role of extracorporeal membrane oxygenation in aluminum phosphide poisoning-induced reversible myocardial dysfunction: a novel therapeutic modality[J]. *J Emerg Med*, 2015, 49(5): 651–656.
- [3] Bitker L, Talmor D, Richard JC. Imaging the acute respiratory distress syndrome: past, present and future[J]. *Intensive Care Med*, 2022, 48(8): 995–1008.
- [4] Farahani MV, Soroosh D, Marashi SM. Thoughts on the current management of acute aluminum phosphide toxicity and proposals for therapy: An Evidence-based review [J]. *Indian J Crit Care Med*, 2016, 20(12): 724–730.
- [5] Valmas N, Zuryn S, Ebert PR. Mitochondrial uncouplers act synergistically with the fumigant phosphine to disrupt mitochondrial membrane potential and cause cell death [J]. *Toxicology*, 2008, 252 (1–3): 33–39.
- [6] Yadav D, Bhattacharyya R, Banerjee D. Acute aluminum phosphide poisoning: The menace of phosphine exposure [J]. *Clin Chim Acta*, 2021, 520: 34–42.
- [7] Yan H, Du M, Qiao Z, et al. Analysis of the distribution of total phosphine and the characteristics of phosphine poisoning in 29 victims [J]. *Fa Yi Xue Za Zhi*, 2022, 38(2): 254–257.
- [8] Parvizrad R, Marghamki EG, Nikfar S, et al. Effects of melatonin and N-acetylcysteine on aluminum phosphide poisoning in rats [J]. *J Family Med Prim Care*, 2022, 11(8): 4500–4504.
- [9] Naddafi M, Mehrizi AA, Eghbal MA, et al. Reducing the risk of death induced by aluminum phosphide poisoning: The new therapies[J]. *Chemosphere*, 2022, 294: 12(3):1338–1340.
- [10] 兰超, 吕青. ECMO救治急性重症中毒患者的治疗进展 [J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 621–623.
- [11] Kumar PH, Kalluraya MA, Jithendra C, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation is effective in severe aluminum phosphide overdose despite delayed presentation [J]. *Indian J Crit Care Med*, 2021, 25(12): 1459–1461.
- [12] Voicu S, Mard A, Malissin I, et al. Extracorporeal life support in cardiotoxicant poisoning—A narrative review [J]. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2023, 132(1): 5–20.
- [13] Mohan B, Gupta V, Ralhan S, et al. Impact of extra-corporeal membrane oxygenation on outcome of aluminium phosphide poisoning complicated with myocardial dysfunction [J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2019, 57(11): 1095–1102.
- [14] Mohan B, Singh B, Gupta V, et al. Outcome of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for aluminum phosphide poisoning: An observational study [J]. *Indian Heart J*, 2016, 68(3): 295–301.
- [15] 方伯梁, 李峰, 钱素云, 等. 静—动脉体外膜肺氧合治愈重症磷化铝中毒1例 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(3): 239–240.

收稿日期:2022-12-11 修回日期:2023-03-15

(上接1510)

- [11] McCarty JC, Herrera-Escobar JP, Chaudhary MA, et al. Longitudinal assessment of laypersons empowerment before and after hemorrhage control training[J]. *J Am Coll Surg*, 2018, 227(4):e236–e237.
- [12] Barnard LM, Guan S, Zarmer L, et al. Prehospital tourniquet use: An evaluation of community application and outcome[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2021, 90(6):1040–1047.
- [13] Smith AA, Ochoa JE, Wong S, et al. Prehospital tourniquet use in penetrating extremity trauma: decreased blood transfusions and limb complications[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2019, 86(1):43–51.
- [14] Gushing J, Blair SG, Albrecht RM, et al. Prehospital tourniquet placement in extremity trauma[J]. *Am J Surg*, 2023, 12(23):391–394.
- [15] McCarthy EM, Burns K, Schuster KM, et al. Tourniquet Use in the Prehospital Setting[J]. *Prehosp Emerg Care*, 2023, 17(8): 1–5.
- [16] Hala B, Hadeal A, Jacklyn ME, et al. Tourniquet application for bleeding control in a rural trauma system: outcomes and implications for prehospital providers[J]. *Prehosp Emerg Care*, 2022, 26(2): 246–254.
- [17] Lagazza E, Ballardini G, Drogo A, et al. The certification matters: a

comparative performance analysis of combat application tourniquets versus non-certified CAT look-alike tourniquets[J]. *Prehosp Disaster Med*, 2023, 38(4): 450–455.

- [18] Ronconi RWF, Moreira LH, de Lima CJ, et al. Tourniquets, types and techniques in emergency prehospital care: A narrative review[J]. *Med Eng Phys*, 2023, 111(1): 103923.
- [19] Dennis A, Bajani F, Schlanser V, et al. Missing expectations: Windlass tourniquet use without formal training yields poor results [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2019, 87(5):1096–1103.
- [20] Hsu YT, Chang DC, Perez NP, et al. Civilian Firearm-related Injuries: How Often is a Tourniquet Beneficial? [J]. *Ann Surg*, 2020, 271(2): e12–e13.
- [21] Tatebe LC, Schlanser V, Hampton D, et al. The tight rope act: A multicenter regional experience of tourniquets in acute trauma resuscitation[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2022, 92(5): 890–896.
- [22] 张华霖, 费长东, 周大伟, 等. 重型颅脑外伤患者入院后短期死亡的风险因素观察[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(7): 884–887.

收稿日期:2023-09-04 修回日期:2023-09-18