

战伤镇痛发展及现状

程祝强¹, 丁智², 金毅¹

¹解放军南京总医院 疼痛医学中心, 江苏南京 210002; ²南京大学 生命科学学院医药生物技术国家重点实验室, 江苏南京 210046

摘要: 疼痛是战伤后主要并发症之一, 对伤员身心造成严重影响。近年来, 战场战伤自救互救镇痛越来越受重视, 但与外军相比, 我军目前用于战场战伤镇痛的相关装备仍较落后。反观美军, 其在战伤急救和镇痛方面的发展均较快。因此, 了解国内外战伤镇痛的发展, 对提高我军战伤镇痛水平具有重要意义。

关键词: 战场镇痛; 战伤; 麻醉; 疼痛医学

中图分类号: R 82 文献标志码: A 文章编号: 2095-5227(2018)04-0349-04 DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2018.04.019

网络出版时间: 2018-02-09 16:00 网络出版地址: http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1117.R.20180209.1600.006.html

Status quo and future development of battlefield analgesia

CHENG Zhuqiang¹, DING Zhi², JIN Yi¹

¹Pain Management Center of Department of Anesthesiology, Nanjing General Hospital of Chinese PLA, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China; ²School of Life Sciences, Nanjing University, State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology, Nanjing 210046, Jiangsu Province, China

Corresponding author: JIN Yi. Email: kimye@vip.163.com

Abstract: Pain is one of the main post-injury complications in the war, which may induce serious physical and psychological consequences. Recently, more and more attention has been paid to the development of self-aid analgesia for battlefield use in our military medical department. However, equipment for battlefield analgesia in our army still falls behind as compared to those in foreign armies. Meanwhile, battlefield first-aid and analgesia are undergoing rapid development in the US army. Therefore, it is of significant importance to understand the advances in battlefield analgesia home and aboard, in order to improve it for our army.

Keywords: battlefield analgesia; war wound; anesthesia; pain medicine

疼痛可对伤员造成生理和心理上的极大危害, 良好的战伤镇痛是战场医疗保障的重点之一。战场环境下, 疼痛是战伤导致的主要并发症之一, 许多伤员遭受着中至重度的疼痛, 成为医护人员救治伤员需要处理的主要问题之一。剧烈的疼痛不仅影响伤员的呼吸循环和内分泌功能, 且会给伤员造成严重的精神创伤, 导致其情绪不稳、躁动不安, 影响后续救治工作, 影响士气, 极大地消减部队战斗力^[1]。积极有效的战伤镇痛可阻止伤后发展为难以治疗的慢性疼痛^[2-3]。战场镇痛作为战伤救治的一个重要组成部分, 体现了对官兵的医疗支援和人文关怀, 是人类战争史上的长足进步, 对保持部队官兵战斗力、减少战死率和伤残率、伤员的后续治疗及预后具有极其重要的意义。现代战争条件下, 信息化和单兵作战将是未来局部战争和反恐作战的主要趋势, 因此战场自救问题显得更加突出。士兵战场上负

伤后, 在医务兵到来之前第一时间展开自救互救是保持战斗力、降低致残率和提高生存率的关键。目前, 我军尚缺乏完整的战伤镇痛管理体系, 我军装备的单兵急救包组成相对简单, 战地救护能力相对薄弱, 在镇痛和重伤急救方面尚存在不足, 尤其是用于单兵镇痛和自救互救的药品目前仍是空白。据目前公开资料, 我军单兵医疗包与发达国家军队的单兵医疗包相比, 没有配备有效的战伤镇痛、自救互救的任何药品, 战斗人员这方面的知识也十分匮乏。我军单兵不配备镇痛药物, 其镇痛药品如吗啡或度冷丁主要由军队连级以上救治单位医务人员提供, 需要在战场上将药物从安瓿瓶中抽取到注射器中再进行皮下或者肌内注射, 操作步骤复杂, 需要医务人员而不是由伤兵本人来完成。这种救护方法在战场救护环境中效率低下, 容易造成附带伤亡, 增加救护风险, 在缺乏有效医疗后勤支援问题尤其严重^[1,4]。本文就目前国内外战伤镇痛的发展及现状展开综述, 旨在提高我军战伤镇痛水平。

1 药物镇痛

1.1 阿片类药物 近年来, 已有一些机构开始研制口腔崩解片, 其与唾液接触后迅速溶解, 可经吞咽唾液入胃起效, 有些剂型也可含于舌下, 经舌下黏膜吸收起效。镇痛药物可制成合适的口腔崩解片用于快速镇痛, 对于战场战伤镇

收稿日期: 2017-12-09

基金项目: 部委级资助项目; 中央军委后勤保障部卫生局的军事医学创新工程项目 (CNJ16J009)

Supported by Military Medical Innovation Project of Health Bureau of Logistic Department of the Central Military Commission (CNJ16J009)

作者简介: 程祝强, 男, 硕士, 医师。Email: zqcheng123@126.com; 共同第一作者: 丁智, 博士, 副教授。Email: dingzhi@nju.edu.cn

通信作者: 金毅, 男, 硕士, 主任医师, 教授, 硕士生导师。Email: kimye@vip.163.com

痛, 研制相关镇痛药物的口腔崩解片可能具有一定的应用前景。将高脂溶性镇痛药制成“棒棒糖”形黏膜制剂, 可经口腔黏膜快速吸收。2004年, 经口腔黏膜吸收的枸橼酸芬太尼制剂(oral transmucosal fentanyl citrate, OTFC)已被美国战伤战术救护(tactical combat casualty care, TCCC)指南推荐用于战伤镇痛^[5-8]。OTFC可快速被口腔黏膜吸收并迅速发挥镇痛作用, 且部分药物随唾液吞咽进入胃而被吸收, 使其镇痛作用延长^[9-10]。Butler等^[7]研究证实OTFC用于战场缓解镇痛是安全有效的, OTFC具有与静脉吗啡类似的药效。有研究显示800 μg的OTFC与10 mg静脉吗啡相比, 镇痛时间相当, 平均约3.5 h。目前, TCCC推荐OTFC用量为800 μg^[9]。OTFC较肌注吗啡起效更快, 且更安全。相对于吗啡静脉注射而言, OTFC具有不需要建立静脉通道的优势, 在使用上方便快捷。阿富汗和伊拉克战争中, OTFC在美军的第75军团被广泛使用, 使死亡率明显降低^[11]。因此, OTFC是一种快速无创的镇痛方式, 在战场环境中安全有效, 使肌注吗啡的用量降低。

1.2 氯胺酮 过去主要采用较高剂量氯胺酮用于分离麻醉, 但低剂量氯胺酮也具有较好镇痛效果, 且可避免高剂量麻醉时所产生的不良反应^[12]。阿片类药物会导致血流动力学不稳定, 可能加重伤员病情, 因此在战伤镇痛中受到限制^[7,9]。然而, 氯胺酮几乎无组胺释放作用, 对心率及血压的影响较小, 且具有支气管舒张作用^[9,13]。因此, 氯胺酮用于战场镇痛较单独使用阿片药物更有效, 已被成功的用于战场镇痛。氯胺酮用于镇痛的剂量少于传统的手术麻醉用量, TCCC指南推荐氯胺酮以0.3 ~ 0.5 mg/kg经肌肉、静脉或鼻内途径给药用于战场镇痛^[9]。但有报道称, 当一些伤员存在中重度疼痛时, TCCC指南推荐的氯胺酮给药剂量难以达到满意的镇痛效果, 可能需要更高的给药剂量^[2]。亚麻醉剂量是氯胺酮的最理想镇痛剂量, 因为其良好的疼痛缓解效果, 可增强阿片药物的镇痛作用, 并可阻止阿片药物诱发的痛觉过敏, 有很大的安全剂量空间^[14-16]。Polomano等^[17]对战伤导致肢体疼痛的19例伤员进行了回顾性调查研究, 其结果表明注射低剂量的氯胺酮可有效缓解疼痛, 并改善战伤患者对疼痛的感知。Jennings等^[18-19]证实氯胺酮与阿片药物合用可以减少阿片药物的使用剂量, 并达到更完美的镇痛效果。费翔等^[20]也证实了小剂量氯胺酮可减轻瑞芬太尼所致的痛觉过敏, 并能降低阿片药物的用量。在临床剂量范围内使用氯胺酮, 并不会导致剂量依赖性不良反应, 目前没有严重不良事件的报道。尽管氯胺酮的毒性作用较少, 但它并不是没有不良反应。氯胺酮最主要的不良反应包括噩梦和严重的幻觉, 这种不良反应的出现主要与剂量相关^[21]。一般来讲, 同时使用苯二氮卓类药物可以减少氯胺酮的精神性不良反应, 但是两种药物合用可能增加心血管和呼吸系统的不良事件风险, 尤其是战场创伤镇痛的条件下更易造成不良后果, 因此并不常规推荐二者同时使用。

1.3 非甾体类抗炎镇痛药 长期以来, 非甾体类抗炎镇痛药(nonsteroidal anti-inflammatory drugs, NSAIDs)主要被用

于治疗轻中度疼痛, 如布洛芬。目前已经证实, NSAIDs不仅可缓解中度疼痛, 还可以减少麻醉性镇痛药物的使用剂量, 由此降低在急救情况下麻醉性镇痛药物导致的过度镇静等风险。酮咯酸作为一种NSAIDs药物, 具有中度甚至更强的镇痛作用, 战场中可以使用酮咯酸肌注进行紧急镇痛。酮咯酸在镇痛强度上表现不一, 可以是与对乙酰氨基酚相同的镇痛强度, 也可以达到麻醉性镇痛药物的镇痛效果。尽管酮咯酸的镇痛强度变化多样, 但它仍常被作为一线的肌内注射镇痛药物使用^[5]。

NSAIDs虽然具有良好的镇痛作用, 但存在胃肠道损伤、肾损伤和抑制血小板等不良反应, 尤其是非选择性的NSAIDs更容易出现这类不良反应。伤员往往存在应激反应和出血, 使用NSAIDs可能加重伤员的胃肠道出血和创伤处出血。选择性环氧合酶2(cyclooxygenase-2, COX-2)抑制剂的肾损伤风险与非选择性NSAIDs没有显著差异, 但是有更低的胃肠道风险, 对血小板的影响也较小, 不明显影响血小板功能及出血时间。因此, TCCC推荐COX-2抑制剂作为战伤镇痛的药物^[5,8]。

2 非药物镇痛

夹板疗法是一种成熟的技术, 通过固定肢体阻止进一步的损伤和神经刺激, 从而减轻疼痛。这种急救方法在早期人类战争中就开始使用, 对伤员是一种简单而安全有效的急救措施, 不仅减轻疼痛, 并且有利于后期进一步的救治。Nackenson等^[22]一项描述性研究显示, 对股骨骨折的患者预先采用夹板固定, 可使疼痛减轻并能减少吗啡的用量。采用夹板或止血带对受伤肢体进行包扎, 在止血的同时可能会造成对外周神经的压迫并导致末梢神经麻木, 从而减轻疼痛, 另外躯干使用绷带包扎也可产生同样的效果^[5]。但包扎过紧可能导致骨筋膜室间隔综合征等严重并发症^[23], 因此在战伤救助中一定要小心出现骨筋膜室间隔综合征。

低温镇痛是采用冷镇痛法, 主要用于软组织疼痛的治疗。一般使用冰块、雪、冷水进行冷镇痛。冷镇痛作为一种辅助镇痛疗法, 可以减轻软组织损伤造成的疼痛, 使用时简单方便, 可用战场战伤镇痛, 但应避免低温造成组织损伤^[5]。

半导体激光照射装置、电磁镇痛等物理治疗也能对战伤疼痛起到一定程度的缓解, 由于其起效慢, 一般用于战后镇痛, 可改善血液循环, 促进创伤愈合, 消除伤员的心理负担^[24]。

3 区域阻滞

为了达到更好的战场镇痛效果, 目前提倡多模式镇痛, 尤其是对受伤肢体使用局麻药物进行区域阻滞镇痛治疗具有更加突出的镇痛效果^[25]。区域阻滞包括外周神经阻滞和硬膜外阻滞, 既可有效缓解伤员的疼痛又能明显减少阿片药物的用量^[26-27]。在阿富汗和伊拉克战争中, 美军引进了持续外周神经阻滞(continuous peripheral nerve block, CPNB)技术, 并改善了给药技术^[28]。但目前战场上疼痛治疗的专业化受到质疑, 因为军队医务人员的疼痛专业化管理和训练并不充分, 接受专业疼痛治疗训练的战地麻醉医师不足10%^[29]。CPNB的实施需要专业的设备及相对安全的环境,

紧张而危险的战场环境对CPNB的进行会造成严重的影响, 在一些激烈的战斗中也没有充分的时间实施CPNB镇痛治疗。另外, 如果外周神经存在解剖学变异, CPNB可能损伤神经或血管, 甚至发生局麻药物毒性反应^[30]。因此, CPNB技术用战场环境下急救镇痛并不十分理想, 但在战地医院用于紧急手术镇痛麻醉或区域镇痛是一种可行的方案。

4 给药装置的发展

4.1 经鼻腔给药装置 鼻腔给药装置在国内外的临床应用已趋于成熟, 药物经过鼻黏膜吸收, 避免了口服给药的受效应, 生物利用度高, 其效果与静脉注射相当, 且鼻黏膜血管丰富, 使得药物吸收迅速、起效快。美军主要研发方向是采用高脂溶性镇痛药, 如芬太尼、舒芬太尼等制成黏膜制剂, 可经鼻腔给药, 不良反应较低。但由于药物脂溶性高, 吸收后迅速分布到周围组织, 导致作用维持时间短(30 min ~ 1 h), 且一些大量出血或休克的伤员镇痛存在阿片药物的禁忌证, 因此美军仍处于试验阶段, 并未广泛配备^[31]。

目前美军也研制了氯胺酮经鼻给药制剂, 可快速有效镇痛, 且对呼吸影响小, 但可能影响伤员意识或判断力, 对于单兵作战时自救镇痛存在一定局限^[32]。然而, 氯胺酮经鼻给药相对于肌注或静脉注射氯胺酮可更显著地降低精神性不良反应的发生率, 更加适合于战场使用。

经鼻腔给药装置易于携带, 给药操作简便, 方便给药自救互救, 具有很好的应用前景, 可成为战场自救互救镇痛的一种选择。但是对于剧烈疼痛, 小剂量的鼻腔给药难以达到良好的镇痛效果, 且起效相对较慢。而对于存在面部或鼻部创伤的伤员, 不能选择鼻腔给药途径, 仍然需要寻求其他的镇痛方法。

4.2 吗啡预填镇痛装置 目前, 外军战地救护部门已经普遍配备了基于预装填注射器的镇痛、急救药品给药装置。早在二战后期和越南、朝鲜战争中, 注射用吗啡(金属注射器为载体)已经作为美军特种部队单兵医疗包中的标准配置。美军目前常规装备单兵的镇痛药仍然采用预装填吗啡的金属注射器, 主要原因是水溶性药物的透皮技术目前还未成熟, 而吗啡等低脂溶性药物皮下注射, 起效迅速(1 ~ 5 min), 且维持时间较长(2 ~ 4 h)^[28]。在伊拉克战争中, 美军为实现其“零伤亡”目标, 在医疗后送体系方面进行了较大调整。美军士兵配备的单兵急救包(individual first aid kit, IFAK)相当先进, 其中包含了新型止血绷带、单兵神经毒剂解毒盒、预填吗啡的注射器、止血棒、一次性咽喉导气管等在内的完善的单兵救护装备, 从而使伤员能在最短时间内完成镇痛、包扎、止血等急救处置后, 以最快速度送至战略后方医院, 大大降低了伤员的死亡率、伤残率。美军近年来也开始研制药剂导入系统, 可通过特制的发射枪将含有可溶性压缩性镇痛、止血等急救药物射入伤员体内, 并迅速在体内溶解吸收, 起到快速镇痛、止血等作用^[4]。

4.3 自控镇痛装置 自控镇痛经皮给药系统, 为离子电渗透皮给药技术原理。一般使用脂溶性较强的芬太尼作为透皮药物, 将装置贴于前胸或上臂自控给药, 镇痛效果与吗啡静脉自控给药相当。但此装置在战场使用存在一定局限

性, 一般推荐用于战术后方或转运过程中镇痛^[24]。

5 便携式超声设备

便携式超声设备可用于战场急救和麻醉镇痛, 有助于引导实施安全有效的外周神经阻滞, 能大大降低并发症的发生率^[33]。同时便携式超声设备有助于医务人员对患者伤情的诊断, 还可引导血管穿刺, 有利于静脉给药^[33-34]。彩色多普勒超声对骨科战伤的救助也具有重要意义。战场环境下, X线机等设备无法到达, 便携式彩色多普勒超声设备有助于医师诊断, 并迅速实施正确有效的手法复位, 有助于伤员的疼痛缓解, 而且为后续治疗打下良好的基础^[35]。

6 结语

我军面临日益复杂的战场救护环境, 亟需寻求并研制出适合我军特点的战伤镇痛装置或技术, 实现战场快速自救互救镇痛。快速有效的战伤镇痛对增强我军士气、提高战斗力具有重要的意义, 也体现了我国对军士极高的人文主义关怀。

参考文献

- 1 张宏. 战伤镇痛的现状及思考 [J]. 军医进修学院学报, 2009, 30 (2): 121-122.
- 2 Fisher AD, Rippee B, Shehan H, et al. Prehospital analgesia with ketamine for combat wounds: a case series [J]. J Spec Oper Med, 2014, 14 (4): 11-17.
- 3 Gerhardt RT, Reeves PT, Kotwal RS, et al. Analysis of Prehospital Documentation of Injury-Related Pain Assessment and Analgesic Administration on the Contemporary Battlefield [J]. Prehosp Emerg Care, 2016, 20 (1): 37-44.
- 4 李林, 刁玉刚, 张铁铮. 急性战创伤疼痛及围术期镇痛新进展 [J]. 临床军医杂志, 2013, 41 (10): 1085-1087.
- 5 Wedmore IS, Johnson T, Czarnik J, et al. Pain management in the wilderness and operational setting [J]. Emerg Med Clin North Am, 2005, 23 (2): 585-601, xi-xii.
- 6 Buckenmaier CC 3rd, Brandon-Edwards H, Borden D Jr, et al. Treating pain on the battlefield: a warrior's perspective [J]. Curr Pain Headache Rep, 2010, 14 (1): 1-7.
- 7 Butler FK, Kotwal RS, Buckenmaier CC 3rd, et al. A Triple-Option Analgesia Plan for Tactical Combat Casualty Care: TCCC Guidelines Change 13-04 [J]. J Spec Oper Med, 2014, 14 (1): 13-25.
- 8 Butler FK. TCCC Updates: Two Decades of Saving Lives on the Battlefield: Tactical Combat Casualty Care Turns 20 [J]. J Spec Oper Med, 17 (2): 166-172.
- 9 Wedmore IS, Butler FK Jr. Battlefield Analgesia in Tactical Combat Casualty Care [J]. Wilderness Environ Med, 2017, 28 (2S): S109-S116.
- 10 Mystakidou K, Katsouda E, Parpa E, et al. Oral transmucosal fentanyl citrate: overview of pharmacological and clinical characteristics [J]. Drug Deliv, 2006, 13 (4): 269-276.
- 11 Kacprowicz RF, Johnson TR, Mosely DS. Fentanyl for Pain Control in Special Operations [J]. J Spec Oper Med, 2008, 8: 48-53.
- 12 Dickey N, Jenkins D, Butler FK. Prehospital use of ketamine in battlefield analgesia [R]. Defense Health Board Memorandum, 2012.
- 13 McQueen AL, Baroletti SA. Adjuvant ketamine analgesia for the management of cancer pain [J]. Ann Pharmacother, 2002, 36 (10): 1614-1619.
- 14 Black IH, McManus J. Pain management in current combat operations [J]. Prehosp Emerg Care, 2009, 13 (2): 223-227.
- 15 Petz LN, Tyner S, Barnard E, et al. Prehospital and en route analgesic use in the combat setting: a prospectively designed, multicenter, observational study [J]. Mil Med, 2015, 180 (3

- Suppl): 14–18.
- 16 Benov A, Salas MM, Nakar H, et al. Battlefield pain management : A view of 17 years in Israel Defense Forces [J] . J Trauma Acute Care Surg, 2017, 83 (1 Suppl 1) : S150–S155.
 - 17 Polomano RC, Buckenmaier CC 3rd, Kwon KH, et al. Effects of low-dose IV ketamine on peripheral and central pain from major limb injuries sustained in combat [J] . Pain Med, 2013, 14 (7) : 1088–1100.
 - 18 Jennings PA, Cameron P, Bernard S, et al. Morphine and ketamine is superior to morphine alone for out-of-hospital trauma analgesia : a randomized controlled trial [J] . Ann Emerg Med, 2012, 59 (6) : 497–503.
 - 19 Jennings PA, Cameron P, Bernard S. Ketamine as an analgesic in the pre-hospital setting : a systematic review [J] . Acta Anaesthesiol Scand, 2011, 55 (6) : 638–643.
 - 20 费翔, 孙雪峰, 李萌萌, 等. 小剂量氯胺酮减轻烧伤切痂植皮术中瑞芬太尼所致痛觉过敏的效应 [J] . 解放军医学院学报, 2014, 35 (6) : 593–596.
 - 21 Rasmussen KG. Psychiatric side effects of ketamine in hospitalized medical patients administered subanesthetic doses for pain control [J] . Acta Neuropsychiatr, 2014, 26 (4) : 230–233.
 - 22 Nackenson J, Baez AA, Meizoso JP. A Descriptive Analysis of Traction Splint Utilization and IV Analgesia by Emergency Medical Services [J] . Prehosp Disaster Med, 2017, 32 (6) : 631–635.
 - 23 孟进松, 杨晓东, 林国安, 等. 包扎过紧致小腿骨筋膜室综合征一例 [J] . 中华烧伤杂志, 2013, 29 (4) : 406–407.
 - 24 孙秀明, 安丽娜, 彭碧波. 战创伤疼痛分级救治与管理 [J] . 中华灾害救援医学, 2017, 5 (8) : 467–469.
 - 25 Buckenmaier C 3rd, Mahoney PF, Anton T, et al. Impact of an acute pain service on pain outcomes with combat-injured soldiers at Camp Bastion, Afghanistan [J] . Pain Med, 2012, 13 (7) : 919–926.
 - 26 Carness JM, Wilson MA, Lenart MJ, et al. Experiences with Regional Anesthesia for Analgesia During Prolonged Aeromedical Evacuation [J] . Aerosp Med Hum Perform, 2017, 88 (8) : 768–772.
 - 27 Mora AG, Ganem VJ, Ervin AT, et al. En Route Use of Analgesics in Nonintubated, Critically Ill Patients Transported by U.S. Air Force Critical Care Air Transport Teams [J] . Mil Med, 2016, 181 (5 Suppl) : 145–151.
 - 28 Buckenmaier CC 3rd, Rupperecht C, McKnight G, et al. Pain following battlefield injury and evacuation : a survey of 110 casualties from the wars in Iraq and Afghanistan [J] . Pain Med, 2009, 10 (8) : 1487–1496.
 - 29 Harris KC, Rathmell JP. Forward-deployed anesthesiologists and pain treatment in combat support hospitals : making decisions about deployment of anesthesiologists in support of the global war on terrorism [J] . Anesthesiology, 2007, 107 (6) : 872–874.
 - 30 刘俊乐, 王晓琳, 张宏. 外周神经阻滞的并发症 [J] . 解放军医学院学报, 2013, 34 (12) : 1303–1305.
 - 31 Wedmore IS, Kotwal RS, McManus JG, et al. Safety and efficacy of oral transmucosal fentanyl citrate for prehospital pain control on the battlefield [J] . J Trauma Acute Care Surg, 2012, 73 (6 Suppl 5) : S490–S495.
 - 32 Schauer SG, Robinson JB, Mabry RL, et al. Battlefield Analgesia : TCCC Guidelines Are Not Being Followed [J] . J Spec Oper Med, 2015, 15 (1) : 85–89.
 - 33 王延明, 王能, 钱国军. 便携式超声在战伤救治中应用 [J] . 临床军医杂志, 2017, 45 (1) : 100–103.
 - 34 林倩, 唐杰. 超声评价创伤危重患者肾血流灌注的应用进展 [J] . 解放军医学院学报, 2014, 35 (4) : 392–394.
 - 35 向佳兵, 陶兴, 刘静, 等. 彩色多普勒超声在骨科战伤救治中的应用 [J] . 中外医学研究, 2012, 10 (31) : 53–54.