

# 微型超声在肢体战伤“黄金 1 小时” 救治中的应用前景\*

吕发勤<sup>1</sup> 黎檀实<sup>2</sup>

[关键词] 微型超声; 肢体损伤; 救治

doi:10.13201/j.issn.1009-5918.2017.10.003

[中图分类号] R826.1 [文献标志码] A

## The application prospect of microultrasound in the treatment of “golden 1 hour” for limb injury

**Summary** Limb injury is the common type of trauma in the battlefield, with high disability and mortality. Ultrasound is considered as the prior imaging examination by the features of convenience, easily operated, quick imaging, and so on. Microultrasound can be applied in the battlefronts, assisting the treatment of “golden 1 hour” after limb injury. Ultrasound can be used to determine the location and severity of limb blood vessels injuries, to identify muscle injury and osteofascial compartment syndrome. In addition, it can be applied to diagnose bone fracture, rupture of tendon and ligament, and foreign bodies of limb. In recent years, nerve block anesthesia and analgesia can be performed under ultrasound guide. All the above is favorable of persistence in combat. As the emergence and clinical application of high-level microultrasound, it is with great value in the treatment of “golden 1 hour” after limb injury.

**Key words** microultrasound; limb injury; treatment

Eastridge 等<sup>[1]</sup>曾分析了美军在 2001—2011 年海外战争期间的致命性创伤,结果显示 87.3% 的死亡发生在伤员被送达医疗机构救治之前的“战术环境”(主要包括火线和无敌火线阶段),大部分为不可救治伤,只有 24.3% 为可救治伤。在可救治伤中,出血占 90.9%,其中肢体出血的救治相对简单、有效的<sup>[2]</sup>。除了出血之外,肢体战伤致肌肉损伤的最早病理改变是肌肉缺血,缺血再灌注后炎性渗出,局部肿胀,压力增高,最终引起筋膜间室综合征,进而加重肌肉坏死;而肌细胞坏死释放的大量毒素进入全身循环,产生以肾脏为主的多器官毒性<sup>[3]</sup>。上述情况所致的严重后果是截肢或阵亡,被称为战争的“二次灾难”。

近年来,外军建立“前线救护所”,实行现场救治,如在阿富汗以及伊拉克战争中,美军设立了随军战地外科小组(forward surgical teams, FSTs),紧随部队,靠近战场,将医疗救治明显前移,可在 60 min 内搭建一所小型流动医院,接受约 30 名伤员,其职能是仅作损伤控制,不作彻底修复,确保伤员得到快速救治和安全后送<sup>[4]</sup>。

### 1 肢体血管损伤

肢体创伤出血是战场常见的创伤类型,严重影响作战能力,较大动脉出血会致残率高,甚至死亡。对于肢体伤后外出血者采用 QuikClot 沸石粉绷带(军事医学科学院)、Celox 壳聚糖止血颗粒、旋压止血绷带、急救创伤绷带止血、急救止血绷带等均可实现快速有效止血,其操作简便,易于掌握,可用于士兵的自救与互救。而肢体软组织内出血时,可导致失血性休克、骨筋膜间室综合征,但因无法明确出血部位,给治疗带来困难。高端微型超声的应用可以在第一时间明确肢体血管损伤的部位和严重程度,鉴别动脉、静脉和毛细血管渗血,据此选择止血方法,选择止血带或止血粉,选择止血带的压力和使用时间;在使用止血带期间,采用微型超声随时判断止血效果。避免止血带的过度使用导致的并发症。

### 2 肌肉伤及骨筋膜间室综合征

在突发灾难现场,肢体筋膜间室综合征的发生与致伤原因和致伤力的大小有关。在 2008 年我国汶川地震中,肢体筋膜间室综合征主要由挤压伤引起,皮损轻而深部肌肉损伤重,早期坏死组织分界不清,导致多次盲目切开清创,且截肢率高达 77.1%<sup>[5]</sup>。在此次地震中,虽然便携式超声被用于现场创伤评价(FAST 技术),因常规超声对肢体筋膜间室综合征伤情的诊断价值有限,致使截肢的决定仍依赖权威和经验。

在战现场救治方面,发达国家特别重视提高肢体战伤伤员的自救和互救能力,使伤员不依赖后方

\* 基金项目:军事医学创新专项(No:14CXZ005);军队后勤科研计划(No:BWS14J042、AWS15J004、BWS14J041);国家自然科学基金(No:81371561、81701961);军事医学青年培育项目(No:16QNP135);解放军总医院科技创新苗圃基金项目(No:16KMM56);解放军总医院临床科研扶持基金(No:2017FC-WJFWZX-30)

<sup>1</sup>解放军总医院超声科(北京,100853)

<sup>2</sup>解放军总医院急诊科

通信作者:黎檀实, E-mail: lts301@163.com

医疗支撑条件而迅速恢复“持续作战能力(persistence in combat, PIC)”,从而显著减少对医疗和后送的需求。肢体肌肉肥厚处的软组织伤,由于短时间内大量肌红蛋白进入血液,导致急性肾功能不全<sup>[6]</sup>;局部软组织肿胀,损伤部位血液循环障碍,加重肌肉损伤,呈现恶性循环,进而导致肢体筋膜间室综合征,此时若不及时减压,将危及伤肢,甚至生命。战术环境下微型超声首先可以评价肌肉损伤的部位,确定损伤程度;其次诊断局部血液循环障碍;第三,由于超声可以准确显示骨筋膜间室的位置,从而评估局部软组织的压力,诊断骨筋膜间室综合征<sup>[7]</sup>。一旦明确诊断,可在超声引导下准确地行骨筋膜间室减压,对局部血肿可行穿刺引流、减压。此技术操作简单、快捷,既可以用于现场,也可在转运途中实施,避免传统切开法的创面大、容易感染的不足,更重要的是可以显著降低截肢率。

### 3 骨折、肌腱和韧带断裂

X 线检查是骨折最常用且快捷有效的影像学诊断方法,CT 和 MRI 均可用于骨折的诊断,是 X 线检查重要的补充手段<sup>[8]</sup>。近年来,超声被用于诊断骨折的研究时有报道,平时,超声主要适用于患者无法立即行 X 线检查时,或存在 X 线检查无法发现的隐匿性骨折,以及判断在出现影像学变化前骨的应激性损伤等<sup>[9-10]</sup>。超声诊断骨折在突发灾难的现场应用价值等到有效证实,其诊断肋骨、肢体长短骨骨折的诊断准确率与 X 线一致,由于超声对细小结构显示清晰,对细小骨折的诊断敏感性高于 X 线<sup>[11]</sup>。对于骨折的治疗,有学者将超声用于骨折复位的评价,认为应用超声检测患肢股骨粗线,能准确的判断股骨干中段骨折闭合髓内钉固定术后股骨的旋转状态,并精确地测量出股骨的旋转畸形角度<sup>[12]</sup>。在多次非战争军事行动中的应用证实,超声可在现场快速检出骨折,为伤员的快速救治提供影像学诊断依据。

磁共振(MR)具有多平面成像的能力,其较 CT 具有更好的组织分辨率,适用于肌肉、肌腱、韧带等肢体软组织的外伤和缺血性损伤,而 MR 和 CT 无法进行实时动态检查<sup>[13]</sup>,由于体积巨大,更无法在战现场救治使用。随着超声在运动医学中的应用,肢体肌腱、韧带急性损伤的超声成像具有特征性表现,诊断准确率高,并已在临床得到广泛应用和认可<sup>[14-16]</sup>。大量临床研究显示,超声诊断肢体肌腱和韧带断裂的准确率与 MR 有较好的一致性<sup>[17]</sup>。而高端微型超声可方便地用于战术环境,在肢体骨折、肌腱和韧带断裂诊断、治疗效果评价及随访中将发挥重要作用。

### 4 肢体战伤异物

战伤时,肢体弹片异物较为常见,多数为金属异物,也可有塑料异物或木质异物等。异物性疼

痛、感染是主要困扰。超声是诊断异物最有效的手段,对于木质异物,超声优于 X 线。在突发灾难事件群体伤中,应用超声检测软组织异物,其识别不同类型包括金属、玻璃、沙石、木屑等异物的准确性分别为 100%、86.4%、85.4%、64.6%<sup>[18]</sup>。对于浅表软组织的异物,高频超声的定位准确率可达 98.8%<sup>[19]</sup>。平时,超声在散弹伤的定位中发挥较大作用,由于其诊断准确,临床上常用超声行术中跟踪定位及引导下异物取出。对于战伤的金属弹片异物,超声可以对其准确定位,在其引导下弹片取出,将行之有效,将是微型超声在战术环境的价值之一。

### 5 神经阻滞麻醉或镇痛

近年来,区域阻滞成为多模式镇痛治疗方案被广泛认可和临床应用,其原因之一是超声介入技术的引入机制。目前,超声可较清晰、准确显示周围神经主干及其主要分支,如下肢的坐骨神经、胫神经、股神经、腓总神经,上肢的臂丛神经、尺神经、桡神经、正中神经等;通过血管神经束的结构定位,可以确定更细小的神经位置,如肋间神经、肩胛上神经等。临床上,超声引导区域阻滞麻醉已广泛用于神经支配区相关部位的手术<sup>[20-23]</sup>,麻醉准确,药物用量少,特别是对于麻醉要求高的部位,超声引导的神经阻滞发挥关键作用,如胸椎旁神经阻滞、颈神经节阻滞等。近年来,超声引导的外周神经阻滞治疗顽固性疼痛取得了长足进展,如阴部神经阻滞、肋间神经阻滞等<sup>[24-25]</sup>。

对各类战伤实施损伤控制时,为避免伤员疼痛,可采用超声引导下神经阻滞,减轻伤员痛苦。对各种原因所致战伤后疼痛,超声引导的神经阻滞可有效减轻和避免疼痛。

### 6 未来展望

肢体战创伤特别是血管损伤、肌肉伤及骨筋膜间室综合征、骨折和肌腱韧带损伤、肢体战伤异物等的早期及时处理对保留伤肢及挽救生命具有重要的意义。战术战伤救治的时间点是伤后“黄金 1 小时”,特别是“黄金 10 分钟”,由于现代超声高效便携,可方便地用于受伤现场和转运途中,微型超声在创伤和急危重症救治应用中证实了其在战创伤救治的巨大潜力。

微型超声引导的神经阻滞技术用于肢体战创伤损伤控制和局部止痛,方法简单,不要求专业超声医生操作,部队卫生员或军医经过简单培训即可掌握。因此,随着高端微型超声设备的出现和临床应用,其在肢体战伤“黄金 1 小时”救治中的应用价值大,前景广阔。

### 参考文献

- [1] Eastridge B J, Mabry R L, Seguin P, et al. Death on the battlefield (2001-2011): implications for the fu-

- ture of combat casualty care [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73: S431-437.
- [2] Kelly J F, Ritenhour A E, McLaughlin D F, et al. Injury severity and causes of death from operation Iraqi freedom and operation enduring freedom: 2003-2004 versus 2006 [J]. *J Trauma*, 2008, 64: S21-27.
- [3] Heiner J D, McArthur T J. The Ultrasound Identification of Simulated Long Bone Fractures by Prehospital Providers [J]. *Wilderness Environ Med*, 2010, 21: 137-140.
- [4] Eastridge B J, Jenkins D, Flaherty S, et al. Trauma system development in a theater of war: experiences from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom [J]. *J Trauma*, 2006, 61: 1366-1373.
- [5] 权毅, 潘显明, 邓冰, 等. 汶川地震 1070 例伤员救治报告 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(6): 510-512.
- [6] 赵景宏, 张静波, 王卫东, 等. 地震挤压综合征所致急性肾功能衰竭的临床特点及救治方案 [J]. *第三军医大学学报*, 2009, 31(18): 1802-1805.
- [7] 刘照宏, 梁峭嵘, 石星, 等. 彩色多普勒超声多指标评价小腿急性骨筋膜室综合征的临床研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2009, 25(12): 1162-1164.
- [8] 郑彩霞, 邱模良, 孙炎平. 骨折的 X 线、CT 和 MRI 诊断对比研究 [J]. *中国伤残医学*, 2013, 21(10): 5-7.
- [9] Beccioli M, Bonacchi G. Fracture of the sesamoid bones of the thumb associated with volar plate injury: ultrasound diagnosis [J]. *J Ultrasound*, 2015, 18: 395-398.
- [10] Medero Colon R, Chilström M L. Diagnosis of an Occult Hip Fracture by Point-of-Care Ultrasound [J]. *J Emerg Med*, 2015, 49: 916-919.
- [11] 于德江, 江朝光, 李众利, 等. 超声在汶川地震骨折诊断中的应用 [J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2008, 5(5): 782-788.
- [12] 付士杰. 超声判断股骨干中段骨折闭合复位髓内钉固定术后旋转畸形 [D]. 河北: 河北医科大学, 2013.
- [13] Recondo J A, Salvador E, Villanúa J A, et al. Lateral stabilizing structures of the knee: functional anatomy and injuries assessed with MR imaging [J]. *RadioGraphics*, 2000, 20: S91-S102.
- [14] 张雷, 张国荣, 刘长庆. 高频超声对膝关节肌腱及内侧副韧带慢性损伤的诊断价值 [J]. *中国医学创新*, 2010, 7(14): 151-153.
- [15] 王金锐, 刘吉斌. 肌肉骨骼系统超声影像学 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2007: 86-87.
- [16] 金德斌, 张赛萍. 高频超声在膝关节炎诊断中的应用 [J]. *现代实用医学*, 2001, 13(2): 91-92.
- [17] 董相宇, 曾效力, 何秀珍, 等. MRI 和超声对踝关节外侧副韧带损伤的诊断价值比较 [J]. *现代医用影像学*, 2015, 24(2): 140-144.
- [18] 董磊, 董玉波, 许峰, 等. 汶川地震现场超声诊断浅表组织异物的应用价值 [J]. *医药论坛杂志*, 2008, 29(24): 5-6.
- [19] 陈红燕, 龚新环, 蔡振林, 等. 超声诊断非金属微小异物嵌入伤的临床研究 [J]. *中国超声诊断杂志*, 2006, 7(9): 685-687.
- [20] Tran D Q, Dugani S, Dyachenko A, et al. Minimum effective volume of lidocaine for ultrasound-guided infraclavicular block [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2011, 36: 190-194.
- [21] Sinha S K, Abrams J H, Barnett J T, et al. Decreasing the local anesthetic volume from 20 to 10 ml for ultrasound-guided interscalene block at the cricoid level does not reduce the incidence of hemidiaphragmatic paresis [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2011, 36: 17-20.
- [22] Haleem S, Siddiqui A K, Mowafi, et al. HA, nerve stimulator evoked motor response predicting a successful supraclavicular brachial plexus block [J]. *Anesth Analg*, 2010, 110: 1745-1746.
- [23] Ben Ari A Y, Joshi R, Uskova A, et al. Ultrasound localization of the sacral plexus using a parasacral approach [J]. *Anesth Analg*, 2009, 108: 1977-1980.
- [24] Flores S, Herring A A. Ultrasound-guided dorsal penile nerve block for ED paraphimosis reduction [J]. *Am J Emerg Med*, 2015, 33: 863. e3-5.
- [25] Fernández Martín M T, López Álvarez S, Mozo Herrera G, et al. Ultrasound-guided cutaneous intercostal branches nerves block: A good analgesic alternative for gallbladder open surgery [J]. *Rev Esp Anestesiología Reanim*, 2015, 62: 580-584.

(收稿日期: 2017-08-24)