

# 肌骨介入诊疗超声在急性创伤病变中的应用

刘容<sup>1</sup> 陈名娟<sup>1</sup> 张轶<sup>1A</sup>

**[摘要]** 浅表软组织、肌肉、神经和骨骼的急性创伤性病变在急诊十分常见,肌骨超声能清晰显示这些病变的范围和程度,并能精准定位和引导介入操作,将诊断和治疗结合起来,对及时明确诊断和快速缓解症状发挥着重要作用。本文主要针对肌骨超声及超声引导下的介入诊疗在急性创伤性病变中的应用范围进行介绍。

**[关键词]** 肌骨;软组织;急诊;超声;介入

**DOI:**10.13201/j.issn.1009-5918.2023.02.009

**[中图分类号]** R445.1;R641 **[文献标志码]** A

## Application of musculoskeletal ultrasound and interventional diagnosis and treatment in acute traumatic lesions

LIU Rong CHEN Mingjuan ZHANG Yi

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Hunan Normal University, Hunan Provincial People's Hospital, Changsha, 410006, China)

Corresponding author: ZHANG Yi, E-mail: drzhangyi@163.com

**Abstract** Acute traumatic lesions of superficial soft tissue, muscle, nerve and bone are very common in emergency department. Musculoskeletal ultrasound can clearly show the scope and severity of these lesions, accurately locate and guide interventional operation. Musculoskeletal ultrasound combines diagnosis and treatment, which plays an important role in timely diagnosis and rapid relief of symptoms. This study mainly introduces the application of musculoskeletal ultrasound, ultrasound-guided interventional diagnosis and their treatment in acute traumatic lesions.

**Key words** musculoskeletal; soft tissue; emergency; ultrasonic; intervention

急性创伤性病变在急诊中常见,以往超声多关注于判断有无腹腔脏器破裂出血、患者血容量评估、有无下肢深静脉血栓等方面,实际上这类患者多伴有严重的软组织、肌肉、神经等部位的损伤<sup>[1]</sup>。肌骨超声(musculoskeletal ultrasound, MSK US)是使用高频探头(频率 12~18 MHz)扫查,诊断与皮肤和皮下组织(水肿、炎症、血肿)、肌肉、韧带和肌腱(撕裂和拉伤)、骨(骨折)和神经(撕脱、外伤性撕裂)等组织器官相关的病变<sup>[2]</sup>。随着超声分辨率增加、超声仪器机身朝着轻巧方向发展,便携式、甚至掌上超声仪的使用让 MSK US 能够更加便捷、快速协助分辨急性损伤的程度和范围,对临床及时处理具有重要意义。MSK US 诊断创伤性病变的优势除检查速度快、无须搬动患者、无辐射、检查费用相对低之外,还能实时动态观察肌腱、关节、韧带活动情况、通过彩色血流显像判断病变部位的血流

情况,以及引导介入操作快速精准判断病变性质或靶向治疗病变部位、减少对周围组织的损伤,达到微创和快速康复的目的<sup>[3]</sup>。

MSK US 扫查无须特殊准备,针对不同的部位采取合适的体位,以患者体表疼痛、肿胀最为严重的部位为重点扫查,主要观察病变的部位、边界、范围及内部回声、与邻近组织的关系、血流情况,同时注意与对侧相应部位对比。近年来的文献表明临床逐渐接受 MSK US 对浅表肌腱和其他软组织等部位损伤的诊断等同于 MRI<sup>[4-5]</sup>。

### 1 皮肤及皮下组织的损伤

创伤性浅表软组织病变多由机械性外在因素引起,特征性超声表现包括皮肤层增厚、皮下脂肪的回声增强,原本正常的线性间隔回声模糊,或表现为低至无回声间质液在脂肪小叶回声之间交错分布,呈“鹅卵石”状<sup>[6]</sup>。如果皮下组织的损伤合并感染,则表现为边界清晰或不清晰的低回声到不均匀回声或混合回声的液暗区,其内常见细小光点回声,探头升压时可见光点翻转,可出现后方回声的增强,彩色多普勒显示周围血流信号往往增多。在

<sup>1</sup>湖南师范大学附属第一医院(湖南省人民医院)超声科(长沙,410006)

<sup>A</sup>审校者

通信作者:张轶, E-mail: drzhangyi@163.com

超声引导下可以很容易地使用注射器进行经皮穿刺抽吸或引流浅表软组织脓肿,创伤小且恢复快,还能鉴别积液的性质:脓性液体多为黄色,较黏稠;厌氧菌感染的脓液可呈暗红色,浑浊;绿脓杆菌感染者呈较为稀薄的淡绿色<sup>[7]</sup>。超声引导下的穿刺可减少盲穿操作的尝试次数,减少患者的疼痛,最大限度地增加了局部积液中液体的排出量,并能实时动态观察介入治疗的效果<sup>[8]</sup>。MSK US 引导下的皮下软组织肿块穿刺见图 1。

闭合性脱套伤(又称 Morel-Lavalle 损伤)是与严重创伤相关的特殊类型的皮肤及皮下软组织病变,主要由于剪切伤导致血管丰富的皮肤及皮下组织与其深方的筋膜突然分离,引起血清、淋巴液、坏死脂肪等聚集<sup>[9]</sup>。闭合性脱套伤最常发生在骨盆或股近端,也可以发生在膝盖周围。该病的声像特征可随时间推移发生改变:在急性创伤初期表现为损伤部位深部皮下脂肪和其深方筋膜之间的液体分层,液体可呈无回声,也可呈不均匀的低回声伴有团块状脂肪回声,伴有或不伴有外周充血;随着时间的推移,积液的回声可以转至低-无回声,最终导致积液周围纤维包裹囊形成。在超声的引导下可以进行经皮穿刺抽吸液体和随后的硬化剂注射,部分病例则需要切除纤维包裹囊以防止液体再积聚<sup>[10-11]</sup>。

## 2 肌肉及肌腱的急性创伤

急性创伤中最常见的肌腱断裂发生在跟腱、股四头肌、髌腱、肱二头肌和肩袖,在大多数情况下,肌-腱连接处是最先撕裂的位置<sup>[12]</sup>。MSK US 能提供有关肌腱损伤的解剖和相关病理改变的准确信息,诊断急性肢体肌腱损伤的灵敏度为 100%,特异度为 95%,其诊断价值已被验证为等同于 MRI<sup>[13]</sup>。肌肉及肌腱急性损伤的超声表现取决于受伤的范围,以及从受伤到检查之间的时间间隔。在轻度挫伤中,与周围未受损的肌肉组织相比,MSK US 显示不均匀的肌肿胀,肌纤维回声模糊,呈“毛玻璃样”,伴散在分布的不规则无回声区;中度的损伤可见部分肌纤维断裂,范围在受影响肌肉横截面积的 5%~100%之间;严重的挫伤导致肌肉完全断裂时,MSK US 表现为肌束连续性中断,断端间有低回声或无回声的血肿充填,肌肉断端回缩可局部形成瘤样结节回声<sup>[14]</sup>。MSK US 还能动态评估肌腱撕裂的程度和残端回缩的距离,为后续的手术计划提供有价值的信息,例如跟腱完全断裂时,动态评估患者在 20°和 40°的跖屈角度下肌腱残端之间的距离,如果残端之间的距离<1 cm 选择保守治疗,而残端之间的距离>1 cm 则需要手术治疗<sup>[15]</sup>。手指肌腱断裂的紧急评估也可通过动态超声识别完全断裂的手指的近端残端,比体格检查具有更高的灵敏度和特异度,且操作比 MRI 更快,可为手术计划提供非常重要的信息<sup>[16]</sup>。MSK US 显示跟腱完全断裂损伤见图 2。

## 3 骨筋膜室综合征

骨筋膜室综合征是由骨、骨间膜、深筋膜以及肌间膜形成的骨筋膜室内肌肉和神经因为狭窄的空间内压力增加,导致其中的毛细血管网受压和塌陷,使组织出现一系列缺血缺氧性损伤<sup>[17]</sup>。该病常见的病因包括合并软组织严重挫伤的闭合性胫骨骨折、腓骨骨折;使用止血带时间过长;骨折后外固定过紧、压力过大,多见于 35 岁以下中青年男性患者,与其肌肉组织致密、皮肤紧密、创伤后筋膜室内容物较多、筋膜室内容积较小有关<sup>[18]</sup>。MSK US 检查可发现患处皮下层的厚度增加,皮下层与肌肉之间出现液性暗区,肌肉出现肿胀、回声不均匀、肌纹理模糊不清,呈“毛玻璃样”改变,包绕肌肉的筋膜呈弓形凸出并显著移位,肌间可出现液性暗区甚至血肿。当肌肉由缺血向坏死进展时,则表现为肌肉结构消失,肌内出现无回声区。骨筋膜室内的周围神经缺血损伤后也表现为肿胀、回声减低或粗细不均<sup>[19]</sup>。MSK US 显示骨筋膜室综合征见图 3。

## 4 急性神经损伤

MSK US 是评估创伤性神经横断伤和卡压综合征的首选检查方法,MRI 神经成像可以精细显示受损部位的细节,但图像采集所需的时间长,检查期间患者需要保持静止,限制了其在紧急情况下的应用<sup>[20]</sup>。有研究显示,超高频超声(20~70 MHz)甚至能清晰显示神经束,在精准指导外科手术方面优于传统超声和 MRI<sup>[21]</sup>。外周神经损伤的超声表现分为 3 种类型:Ⅰ型为神经连续性完整,走行正常,但局部神经增粗,回声降低,神经束结构模糊;Ⅱ型为神经纤维局部变细,连续性部分中断,其内仍可见部分平行条带状神经束;Ⅲ型为神经纤维连续性完全中断,可见明显的低回声缺损,其内未见神经束结构通过。但在神经组织完全中断同时被瘢痕组织包裹、挤压,神经继发水肿、变性的情况下,MSK US 难以分辨其结构<sup>[22]</sup>。MSK US 可定位神经卡压的部位,显示神经的局部横截面变小,卡压的近端可见神经肿胀增粗,在 MSK US 引导下进行神经松解,可迅速改善患者症状<sup>[23]</sup>。创伤性桡神经损伤见图 4,MSK US 引导下尺神经松解见图 5。

## 5 创伤性骨折

虽然 X 线是诊断骨折的首选方法,但对于某些难以通过 X 线成像的解剖部位,或尽管 X 线诊断为阴性,但临床高度怀疑骨折的情况下,MSK US 仍有可能发挥作用,特别是胸骨骨折、肋骨骨折、非移位锁骨骨折,超声诊断比 X 线照片具有更高的灵敏度和特异度<sup>[24]</sup>。有研究表明床旁 MSK US 诊断急性长骨骨折的灵敏度和特异度分别为 90%和 96%,但对于长骨干骺端的骨折不敏感<sup>[25]</sup>。MSK US 无辐射,尤其适用于儿童,在诊断儿童肱骨骨折的灵敏度可达到 76.2%,股骨骨折的灵敏

度可达到100%<sup>[26]</sup>。在创伤急救的现场还可以利用便携式超声设备快速确诊骨折及引导骨折复位,由于MSK US能清晰地分辨骨折断端的血管、神经及肌腱,并能及时评估治疗效果,具有很大的应用前景<sup>[27]</sup>。MSK US对骨折诊断的原则是将探头应用于最疼痛的区域,典型声像表现是高回声骨皮质线的回声中断,其次血肿和软组织肿胀也是其附近存在骨折的间接证据<sup>[28]</sup>。X线阴性的肋骨骨折MSK US声像见图6。

## 6 异物的识别与清除

MSK US可用于检测浅表组织的异物,如木质、金属、鱼刺或玻璃质地的小异物。与软组织相比,所有异物都是高回声的,但不同材质的异物其超声声像特征也有所不同,其中铁屑类异物者呈点状、半圆状或段条状的强回声;木刺异物者存在短条状中等回声或高回声,无声影表现;金属类异物呈明亮的高回声,带有彗星尾或混响伪影;玻璃碎屑呈明亮立方体状,伴有分散的彗星尾伪影<sup>[29]</sup>。

异物周围的软组织伴有炎症反应时呈现为低回声,伴有血流信号的增多。肌肉深部的较小异物,如残留于股肌层的鸟枪子弹,由于贯通伤以及子弹在组织内走行方向发生偏移,异物往往并不位于体表伤口的正下方,需要扩大范围扫查。此时可以利用子弹的金属特性,采用超声仪器的“探针增强模式”,使金属质地的异物在灰阶图像显示更加明显。股肌层内子弹残留见图7。

MSK US超声对异物的诊断并非百分之百,可能会遗漏一些木材、玻璃和砂砾等异物,因此怀疑异物残留时,应结合超声检查和X线的结果<sup>[30]</sup>,但MSK US与X线相比的优势在于可以对异物清除进行实时可视化引导。超声引导下异物取出术是一种微创、高效、靶向的异物取出技术,可以实时精准地进行异物周围组织局部麻醉、依据超声下异物的尺寸大小确定手术切口的大小、引导细夹钳将异物取出并复查超声确保无残余物遗留<sup>[31]</sup>。

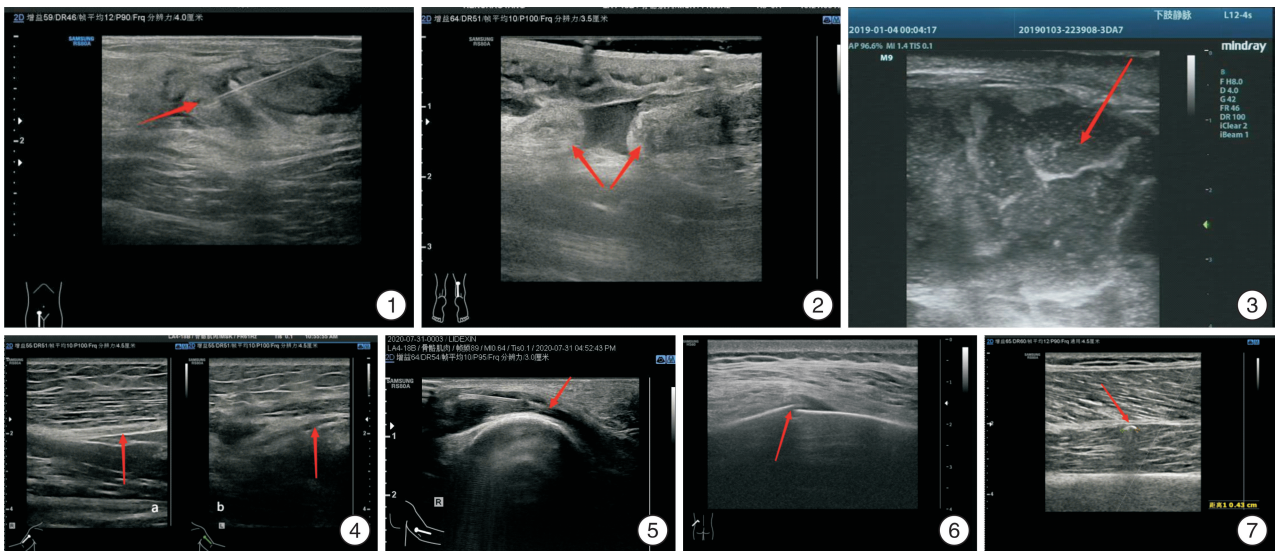


图1 MSK US引导下右侧腹股沟区肿块下穿刺 抽出棕黄色液体约5 mL,细菌培养结果为金黄色葡萄球菌感染(红色箭头所指处为穿刺针抽吸位置); 图2 MSK US显示右侧跟腱完全断裂 断端之间可见无回声血肿,断端增厚、回缩,形成瘤样结节回声(红色箭头标记处为跟腱断端); 图3 骨筋膜室综合征 右侧小腿腓窝下方皮下层与肌肉之间可见一混合回声包块(范围约154 mm×68 mm×122 mm),形态欠规则,边界欠清,内以无回声为主,混杂光点及低回声、高回声,该处肌层显示不清、皮下软组织层明显水肿增厚(红色箭头标记处为混合回声包块); 图4 左侧桡神经创伤性损伤 左侧上臂肱骨中段处可见桡神经回声减低,结构模糊,长轴切面内径较对侧变窄,左图为右侧正常桡神经长轴切面,右图为左侧损伤桡神经长轴切面(红色箭头标记处为桡神经); 图5 MSK US引导下尺神经松解 对右侧受压的尺神经进行液压松解(红色箭头标记处为针尖位置); 图6 X线阴性骨折MSK US声像 1例肋骨骨折患者,X线显示阴性,MSK US可见患者疼痛处的肋骨高回声骨质线中断,周边软组织肿胀,呈低回声(红色箭头标记处为肋骨骨折处); 图7 异物识别 1例鸟枪中伤腿部的患者,MSK US检查显示左股肌层的异物——左股肌层内见圆弧形强回声(红色箭头标记处为残留子弹)。

## 7 总结

在急性创伤的快节奏环境中,MSK US及时诊断和引导介入治疗的作用对于加快患者的处理非常重要,在经验丰富的操作人员手中,超声是检查的重要辅助手段,也是体格检查的延伸,MSK US

引导下的介入操作能进一步明确诊断或及时缓解患者的疼痛症状,此外一些新技术的应用如超高频探头、肌骨超声造影、微血流成像等能更加细致地显示肌肉神经等组织结构创伤范围及细微的血流改变,也将使MSK US在急性创伤中发挥更大的作用<sup>[32]</sup>。

值得注意的是:①MSK US多适用于浅表组织器官,对于深部病变如髋关节积液、深部脓肿或血肿,或患者肥胖以及无法配合定位者,应用受到一定限制,此时可以改用频率较低的曲阵探头进行扫查;②临床上一些严重创伤往往是多种组织器官的病变合并存在,因此在诊断和处理肌骨损伤的同时切勿遗漏其他重要脏器的损伤,优先处理主要的、危及生命的损伤;③MSK US诊断对专业技能及临床经验要求较高,需要操作者熟悉解剖结构、识别固有伪像、调节仪器参数以优化图像质量、具备快速了解患者病史并进行临床分析的能力以及一定水平的介入动手操作能力<sup>[33]</sup>。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] 顾鹏,李峰,刘颖,等.重复扩展创伤重点超声评估技术在急诊ICU的应用价值[J].临床急诊杂志,2021,22(6):373-376.
- [2] Osterwalder J, Tamborrini G. CME sonography 100: emergency ultrasound of the soft tissues and the musculoskeletal system [J]. Praxis, 2021, 110 (9): 488-507.
- [3] 吕发勤,黎檀实.微型超声在肢体战伤“黄金1小时”救治中的应用前景[J].临床急诊杂志,2017,18(10):726-728.
- [4] Yoo J, Kang SY, Jo IJ, et al. The use of point-of-care ultrasound in emergency medical centers in Korea; a national cross-sectional survey[J]. J Korean Med Sci, 2021, 36(21): e141.
- [5] Acuña J, Rubin M, Hahn B, et al. Point-of-care ultrasound in United States pediatric emergency medicine fellowship programs: the current state of practice and training[J]. Pediatr Emerg Care, 2021, 37(12): e1181-e1185.
- [6] De Ranieri D, Lin S. Applications of musculoskeletal ultrasound in the pediatric emergency department[J]. Pediatr Ann, 2021, 50(10): e411-e418.
- [7] Altmayer S, Verma N, Dicks EA, et al. Imaging musculoskeletal soft tissue infections [J]. Semin Ultrasound CT MRI, 2020, 41(1): 85-98.
- [8] Kolinsky DC, Liang SY. Musculoskeletal Infections in the Emergency Department [J]. Emerg Med Clin North Am, 2018, 36(4): 751-766.
- [9] Labied M, Salam S, Jabri S, et al. Morel-lavallee syndrome: a rare tumefactive lesion[J]. Eur J Case Rep Intern Med, 2020, 7(12): 001910.
- [10] Annison DR, Smith M. Identification and triage of a Morel-Lavallée lesion using point of care ultrasound [J]. Ultrasound, 2022, 30(1): 85-89.
- [11] Perone MV, Yablon CM. Musculoskeletal ultrasound in the emergency department: is there a role? [J]. Semin Roentgenol, 2021, 56(1): 115-123.
- [12] Roszkopf AB, Taljanovic MS, Sconfienza LM, et al. Pulley, flexor, and extensor tendon injuries of the hand[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2021, 25(2): 203-215.
- [13] Chambers G, Kraft J, Kingston K. The role of ultrasound as a problem-solving tool in the assessment of paediatric musculoskeletal injuries [J]. Ultrasound, 2019, 27(1): 6-19.
- [14] Chang KV, Wu WT, Özçakar L. Ultrasound imaging and rehabilitation of muscle disorders: Part 1. Traumatic injuries[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2019, 98(12): 1133-1141.
- [15] Lawrence JE, Nasr P, Fountain DM, et al. Functional outcomes of conservatively managed acute ruptures of the Achilles tendon[J]. Bone Joint J, 2017, 99-B(1): 87-93.
- [16] Mohammadrezaei N, Seyedhosseini J, Vahidi E. Validity of ultrasound in diagnosis of tendon injuries in penetrating extremity trauma[J]. Am J Emerg Med, 2017, 35(7): 945-948.
- [17] Park D, Kim YC, Cho SH, et al. Interrupted incision fasciotomy for acute compartment syndrome after extracorporeal membrane oxygenation: surgical technique with a report of two cases[J]. Orthop Surg, 2022, 14(1): 169-173.
- [18] Paoletta M, Moretti A, Liguori S, et al. Ultrasound imaging in sport-related muscle injuries: pitfalls and opportunities[J]. Medicina, 2021, 57(10): 1040.
- [19] Jara R, Castillo C, Valdés M, et al. Acute compartment syndrome as a complication of cutaneous loxoscelism mainly edematous [J]. Rev Chilena Infectol, 2020, 37(2): 175-178.
- [20] Wijntjes J, Borchert A, van Alfen N. Nerve ultrasound in traumatic and iatrogenic peripheral nerve injury [J]. Diagnostics (Basel), 2020, 11(1): 30.
- [21] Forte AJ, Boczar D, Oliver JD, et al. Ultra-high-frequency ultrasound to assess nerve fascicles in Median nerve traumatic neuroma [J]. Cureus, 2019, 11(6): e4871.
- [22] Strakowski JA, Chiou-Tan FY. Musculoskeletal ultrasound for traumatic and torsional alterations[J]. Muscle Nerve, 2020, 62(6): 654-663.
- [23] Chianca V, Di Pietto F, Zappia M, et al. Musculoskeletal Ultrasound in the emergency department[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2020, 24(2): 167-174.
- [24] Champagne N, Eadie L, Regan LK, et al. The effectiveness of ultrasound in the detection of fractures in adults with suspected upper or lower limb injury: a systematic review and subgroup meta-analysis [J]. BMC Emerg Med, 2019, 19(1): 17.
- [25] Waterbrook AL, Adhikari S, Stolz U, et al. The accuracy of point-of-care ultrasound to diagnose long bone fractures in the ED[J]. Am J Emerg Med, 2013, 31(9): 1352-1356.
- [26] Lee SH, Yun SJ. Diagnostic performance of ultrasonography for detection of pediatric elbow fracture: a meta-analysis[J]. Ann Emerg Med, 2019, 74(4): 493-502.
- [27] 赵丽,赵胜军,徐洪.高频超声在急诊创伤骨折中诊断价值研究[J].临床军医杂志,2018,46(7):759-762,766.

# 急诊脓毒症患者早期筛查生物标志物的研究现状与展望

陈正钢<sup>1</sup> 刘励军<sup>2Δ</sup>

**[摘要]** 脓毒症是一种源于感染,以炎症反应和免疫功能紊乱为演变特征,表现为多脏器功能障碍且具有高度异质性的综合征。脓毒症生物标志物是指病原微生物侵入机体后,在生理、生化、免疫和遗传等方面表达出可测量的指标,用于定量评估机体防御反应状态和病理生理过程,并可用于早期筛查急诊脓毒症患者。新型生物标志物表现出良好的诊断潜力,可能是早期诊断脓毒症患者的突破点。不同类型生物标志物的动态监测和联合评估,可能是脓症患者早期筛查的重要举措;另外,生物标志物的床旁即时检验技术为急诊早期筛查脓毒症提供了一种快速、高效、便捷的检测方法。本文阐述了数种不同类型生物标志物早期筛查急诊脓毒症患者的研究现状,以期构建急诊脓毒症早期筛查模型提供依据,从而能更早、更快、更准确地筛查急诊脓症患者。

**[关键词]** 脓毒症;生物标志物;急诊科;早期筛查;即时检验

**DOI:**10.13201/j.issn.1009-5918.2023.02.010

**[中图分类号]** R631 **[文献标志码]** A

## Progress in and prospect of the research on biomarkers early screening emergency patients for sepsis

CHEN Zhenggang<sup>1</sup> LIU Lijun<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Department of Emergency, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Suzhou, Jiangsu, 215028, China; <sup>2</sup>Department of Emergency and Intensive Care, the Second Affiliated Hospital of Soochow University)

Corresponding author: LIU Lijun, E-mail: liulijun@suda.edu.cn

**Abstract** Sepsis is a highly heterogeneous syndrome caused by infection, presenting with multiple organ dysfunction, and is characterized by inflammation and immune dysfunction. Sepsis biomarkers refer to measurable indicators expressed in physiological, biochemical, immune or genetic reactions after infection, which can be used to quantitatively evaluate the state of defense response and pathophysiologic process of the body and to screen emergency patients early for sepsis. New biomarkers have shown good potential for the diagnosis of sepsis, and may be a promising screening way of early detecting emergency patients with sepsis. Repeated testing and dynamic monitoring of different types of biomarkers are one of the important measures to detect patients with sepsis early. Point-of-care testing has proven to be a rapid, efficient and convenient method for the early diagnosis of sepsis in emergency patients. In this paper, the characteristics of several different types of biomarkers are reviewed, which

<sup>1</sup>上海交通大学医学院苏州九龙医院急诊医学科(江苏苏州,215028)

<sup>2</sup>苏州大学附属第二医院急重症医学科

<sup>Δ</sup>审校者

通信作者:刘励军,E-mail:liulijun@suda.edu.cn

**引用本文:**陈正钢,刘励军.急诊脓毒症患者早期筛查生物标志物的研究现状与展望[J].临床急诊杂志,2023,24(2):99-104. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.02.010.

[28] Simard R. Ultrasound imaging of orthopedic injuries [J]. Emerg Med Clin North Am, 2020, 38(1): 243-265.  
[29] 江凌,崔立刚.肌骨超声在急危重症中的应用[J].中华诊断学电子杂志,2018,6(2):73-76.  
[30] Buonsenso D, Chiaretti A, Curatola A, et al. Pediatrician performed point-of-care ultrasound for the detection of ingested foreign bodies: case series and review of the literature [J]. J Ultrasound, 2021, 24(1): 107-114.  
[31] White RZ, Rezaian P, Parasuramar A, et al. Ultra-

sound-assisted foreign body extraction(U-SAFE): review of technique and technical pearls [J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2022, 66(3): 362-369.  
[32] Tesch C. Focused sonography in orthopedic emergencies [J]. Med Klin Intensivmed Notfmed, 2018, 113(8): 631-637.  
[33] PoSaw LL, Wubben BM, Bertucci N, et al. Teaching emergency ultrasound to emergency medicine residents: a scoping review of structured training methods [J]. J Am Coll Emerg Physicians Open, 2021, 2(3): e12439.