

超声评估爆炸性肺损伤的研究进展

陈 潇 李 陶

摘 要 爆炸性肺损伤常发生于军事斗争、恐怖袭击和爆炸性损伤中,快速、准确地诊断爆炸性肺损伤对救治工作的开展实施极为重要。近年来,超声在肺损伤诊断中发挥着越来越重要的作用,研究结果主要包括:①B线增减程度与肺损伤的严重程度呈正相关;②肺内含气或含液管状结构是诊断肺实变的重要特征;③胸腔内无回声区是诊断胸腔积液的重要特征。利用肺超声的特点可以对爆炸所致肺损伤的严重程度进行早期快速、有效的评估。本文就超声评估爆炸性肺损伤的研究进展进行综述。

关键词 超声检查;肺损伤,爆炸性;血管外肺水
[中图法分类号]R445.1 [文献标识码]A

Research progress in assessment of explosive lung injury by ultrasound

CHEN Xiao, LI Tao

Department of Ultrasound Diagnosis, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China

ABSTRACT Explosive lung injury is the main injury caused by military struggle, terrorist attacks and explosive safety accidents. It is very important to diagnose explosive operation quickly and accurately for the implementation of rescue work. Recent studies have found that ultrasound plays an important role in the diagnosis of lung injury. The research results mainly include: ①the increase or decrease of B line is positively correlated with the severity of lung injury, ②gas or fluid-containing tubular structure is an important feature in the diagnosis of pulmonary consolidation, ③echo-free area in thoracic cavity is an important feature in the diagnosis of pleural effusion. The severity of lung injury caused by explosion can be assessed quickly, effectively and early by the characteristics of pulmonary ultrasound. The research progress of ultrasonic evaluation of blast lung injury was reviewed in this paper.

KEY WORDS Ultrasonography; Lung Injury, explosive; Extravascular lung water

爆炸性肺损伤是一种发生在军事战斗环境中的常见病。肺脏是爆炸冲击伤的最敏感靶器官之一。由于爆炸性肺损伤发生环境的复杂性,传统评估方法的应用常受到限制,因此需要一种快捷、准确的病情评估方法。随着超声对肺部损伤的评估作用被不断发掘,其在爆炸性肺损伤患者的救治中发挥重要作用^[1],本文就超声评估爆炸性肺损伤的研究进展进行综述。

一、爆炸性肺损伤的发生机制及临床情况

(一)爆炸性肺损伤的发生机制

爆炸性肺损伤主要是由爆炸过程中产生的冲击波通过剪切波和应力波作用于肺组织所致^[2]。其中,低速剪切波引起不同密度的组织在肺内移动,导致组织撕裂、表面出血^[3]。应力波作用于机体内,使气体成分在超压和负压间不断被压缩和膨胀,产生“内爆效应”,引起肺泡壁和肺毛细血管的损伤、出血、

水肿。当应力波在高声阻抗材料和低声阻抗材料之间传播时,还会发生散裂,导致高阻抗材料破碎成低阻抗材料,引起肺组织撕裂伤。

(二)爆炸性肺损伤的病理生理特点

气血屏障损害是爆炸性肺损伤的主要病理学特点。爆炸性肺冲击伤导致的急性肺损伤(acute lung injury, ALI)和急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)是其死亡原因^[4]。ALI/ARDS的主要病理生理改变实质上是气血屏障的损伤,并伴有肺水肿、充血等表现,其发展迅速,若临床干预不及时,后果难以估测,因此对爆炸性肺损伤的早期评估尤为重要^[5]。

(三)爆炸性肺损伤的临床评估现状

研究^[6]表明,ALI时肺毛细血管内皮细胞和肺泡Ⅱ型细胞均

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81271586);军队后勤科研重大项目(ALJ18J001)

作者单位:400042 重庆市,陆军军医大学大坪医院超声诊断科

通讯作者:李陶,Email:taoli139@163.com

受损,引起肺间质和肺泡水肿、充血,致血管外肺水(extravascular lung water, EVLW)增多。目前临床评估EVLW的方法较多,但均有局限性。双指示剂稀释法操作复杂、费用昂贵;单指示剂热稀释法具有侵入性;阻抗法检测时受到较多因素影响,临床较少应用;重量分析法是测定EVLW最准确的方法,但多用于尸检和动物实验;CT定量法可以无创评估EVLW,但其价格昂贵,有较强的放射性,不便对危重患者进行实时检查。超声可对EVLW的改变进行动态观察和定量监测,评估肺水肿的发生、发展及严重程度,进一步评估ALI的严重程度和预后^[7]。

二、超声评估爆炸性肺损伤的指标及方法

(一)超声评估爆炸性肺损伤的指标

超声在爆炸性肺损伤中的评估主要是观察其并发肺水肿的情况。在肺水肿组织中超声产生的B线具有特征性意义,是检测的首选指标。严重损伤的肺组织还可出现肺实变、肺不张等表现,并产生胸腔积液,这些临床表现同样列入超声评估指标^[8-9]:①B线计数。B线起源于胸膜线,并与其垂直延伸至屏幕边缘的线样高回声,不衰减,随肺滑动而同步运动;②肺实变、肺不张。实变肺内分支状排列的含气或含液管状结构是二维超声诊断肺实变的最重要特征;③胸腔积液。超声可探及胸腔内无回声区和压缩肺组织。

(二)超声评估爆炸性肺损伤的方法

1. 分区及扫查顺序:目前临床检查中通常将两侧肺分为12个区^[10-11],分3个步骤进行扫查:①患者取仰卧位,扫查前胸壁4个区,观察有无气胸或肺气肿;②患者取仰卧位,扫查范围从前胸壁扩展到侧壁,观察有无胸腔积液和肺实变;③扫查背部肺野,观察前两步检查难以显示的少量胸腔积液和小片实变区。

2. 爆炸性肺损伤的超声评分标准:张丹等^[12]研究发现ALI多从背部开始,随着病情加重,弥漫性“彗星尾征”或肺实变可达前胸壁。因此针对不同区域,给予不同的超声评分:①前区。孤立B线记1分,弥漫B线记4分,肺实变记5分,胸腔积液记1分;②侧区。孤立B线记1分,弥漫B线记3分,肺实变记4分,胸腔积液记1分;③后区。孤立B线记1分,弥漫B线记2分,肺实变记3分,胸腔积液记0分。每例患者的超声评分为12个检查区域评分的总和,超声评分 ≤ 17 分提示预后较好;超声评分 > 17 分提示氧合指数接近ALI水平,预后较差^[12]。另有研究^[13]报道,超声评分 ≤ 23.5 分提示患者存在重度肺损伤的可能性小, > 23.5 分则提示重度肺损伤。

三、超声在爆炸性肺损伤评估中的作用

(一)超声诊断早期爆炸性肺损伤

Gargani等^[14]在实验中诱导猪肺损伤,超声发现15 min时猪肺中B线显著增加,但氧合指数无明显变化,此时可检测到静态呼吸依从性较损伤前显著降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);随着时间的推移,B线的数量持续增加,而氧合指数开始降低,但是B线增加持续早于氧合指数的减少。该研究结果提示肺损伤的超声表现早于血气分析的结果,超声测量B线是一种早期、无创、简便的肺损伤检测方法^[15]。

(二)超声半定量评估爆炸性肺损伤

Jambrik等^[16]通过诱导猪ALI,发现干湿比与B线数显著相关($r = 0.91, P < 0.001$),表明在猪实验性ALI/ARDS模型中,肺超声检测B线可提供一个半定量的肺损伤指数,与侵入性重量评估密切相关。Dandan等^[17]研究发现“彗星尾征”伪影的超声评分与病理损伤程度显著相关($r = 0.819, P < 0.05$),提示肺损伤所致胸部弥漫性“彗星尾征”伪影的组织学改变为肺水肿和充血性出血,弥散“彗星尾征”伪影的范围和密度均可反映肺实质的损伤程度,对肺损伤严重程度的定量评估具有重要作用。

(三)超声评估爆炸性肺损伤患者的预后情况

Craig等^[18]在ALI患者进行的多中心随机试验中发现,限制液体和利尿可改善肺功能,缩短机械通气和重症监护时间。因此可以通过超声所测B线对EVLW的检测来估测肺损伤患者的预后情况。Phillips等^[19]在对重症监护病房中ARDS患者生存率的前瞻性研究中发现,死亡患者的EVLW较幸存者显著升高,差异有统计学意义($P < 0.05$),EVLW预测患者死亡率的敏感性86%,特异性100%,提示超声评估EVLW可对爆炸性肺损伤患者的预后情况进行监测。

(四)超声与其他评估方法的比较

Ma等^[20]在对脂多糖诱导大鼠肺损伤模型的实验中发现,超声检测ALI的严重程度与CT检查结果高度一致($Kappa = 0.737$),而CT是临床评估EVLW的金标准,提示超声可以对肺损伤进行有效评估。Bataille等^[21]研究通过评估经肺热稀释法测得的EVLW与B线评分比值之间的相关性,证明超声B线与肺热稀释法测定结果一致。上述研究证明超声评估EVLW的准确性与CT和热稀释法相当,可在爆炸性肺损伤患者病情的评估中发挥重要作用。

四、小结

由于爆炸现场的复杂性,传统方法如CT、热稀释法对爆炸性肺损伤患者的早期诊断常受到限制,而肺部超声检查作为一项新兴的技术,具有快捷、无创、易重复等优点,可以早期发现肺部病变,如肺损伤、肺实变、肺不张和胸腔积液等,在爆炸性肺损伤诊治中显示出广阔的前景^[22],相信未来超声将成为爆炸性肺损伤患者最重要的诊断技术之一。

参考文献

- [1] Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill [J]. Ann Intensive Care, 2014, 4(1):1.
- [2] 程伟,门颖群,夏兵,等. 超声在兔胸部撞击伤尸体检验中的初步研究[J]. 临床超声医学杂志, 2019, 21(4):55-57.
- [3] Wadley HNG, Dharmasena KP, He MY, et al. An active concept for limiting injuries caused by air blasts [J]. In J Impact Engin, 2010, 37(3):317-323.
- [4] Singleton JA, Gibb IE, Bull AM, et al. Primary blast lung injury prevalence and fatal injuries from explosions: insights from postmortem computed tomographic analysis of 121 improvised explosive device fatalities [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 75(2 Suppl 2):269.

[5] Mehta D, Ravindran K, Kuebler WM. Novel regulators of endothelial barrier function[J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2014, 307(12):924-935.

[6] Matthay MA. Therapeutic potential of mesenchymal stromal cells for acute respiratory distress syndrome[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2015, 12(Suppl 1):54-57.

[7] Letourneau JL, Pinney J, Phillips CR. Extravascular lung water predicts progression to acute lung injury in patients with increased risk[J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(3):847.

[8] Shu J. Dynamic assessment of lung injury by ultrasound in a case with H7N9 influenza[J]. *Crit Care*, 2013, 17(3):1-4.

[9] Lichtenstein DA. Ultrasound examination of the lungs in the intensive care unit[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2009, 10(6):693-698.

[10] Gullett J, Donnelly JP, Sinert R, et al. Interobserver agreement in the evaluation of B-lines using bedside ultrasound[J]. *J Crit Care*, 2015, 30(6):1395-1399.

[11] Bobbia X, Chabannon M, Chevalier T, et al. Assessment of five different probes for lung ultrasound in critically ill patients: a pilot study[J]. *Am J Emerg Med*, 2018, 36(7):1265-1269.

[12] 张丹, 席修明, 李唯, 等. 急性肺损伤及急性呼吸窘迫综合征肺部超声表现初步观察[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2008, 5(1):31-34.

[13] 吴敬医, 张霞, 王涛, 等. 肺损伤超声评分在 ARDS 患者中的临床应用价值[J]. *实用医学杂志*, 2015, 31(24):4065-4068.

[14] Gargani L, Lionetti V, Di Cristofano C, et al. Early detection of acute lung injury uncoupled to hypoxemia in pigs using ultrasound lung comets[J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(12):2769-2774.

[15] Shyamsundar M, Attwood B, Keating L, et al. Clinical review: the role

of ultrasound in estimating extra-vascular lung water[J]. *Crit Care*, 2013, 17(5):237.

[16] Jambrik Z, Gargani L, Adamicza A, et al. B-lines quantify the lung water content: a lung ultrasound versus lung gravimetry study in acute lung injury[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2010, 36(12):2004-2010.

[17] Dandan Y, Dan Z, Yandong LI, et al. Correlation of chest ultrasound and pathology in rabbits with acute lung injury[J]. *Chin J Med Imaging*, 2015, 24(9):645-653.

[18] Craig TR, Duffy MJ, Shyamsundar M, et al. Extravascular lung water indexed to predicted body weight is a novel predictor of intensive care unit mortality in patients with acute lung injury[J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(1):114-120.

[19] Phillips CR, Chesnutt MS, Smith SM. Extravascular lung water in sepsis-associated acute respiratory distress syndrome: indexing with predicted body weight improves correlation with severity of illness and survival[J]. *Crit Care Med*, 2008, 36(1):69-73.

[20] Ma H, Huang D, Guo L, et al. Strong correlation between lung ultrasound and chest computerized tomography imaging for the detection of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome in rats[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(7):1443-1448.

[21] Bataille B, Rao G, Cocquet P, et al. Accuracy of ultrasound B-lines score and E/Ea ratio to estimate extravascular lung water and its variations in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. *J Clin Monitor Comput*, 2015, 29(1):169-176.

[22] Francesco M, Bélaïd B, Silvia M, et al. Lung ultrasound for critically ill patients[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199(6):701-714.

(收稿日期:2019-06-12)

(上接第 45 页)

唇增厚、小阴唇缺失等畸形。膀胱外翻应与脐膨出、腹裂和泄殖腔外翻鉴别诊断,前两者骨盆内均可显示正常的膀胱,当同时出现肠道、肛门闭锁、脊柱脊髓异常、外生殖器异常时应怀疑泄殖腔外翻。

总之,膀胱持续未显示和脐带低置是超声诊断膀胱外翻的关键征象,产前系统超声检查能及早发现并准确诊断膀胱外翻,有利于早期优生咨询和预后评估,对提高新生儿的生存质量极为重要。

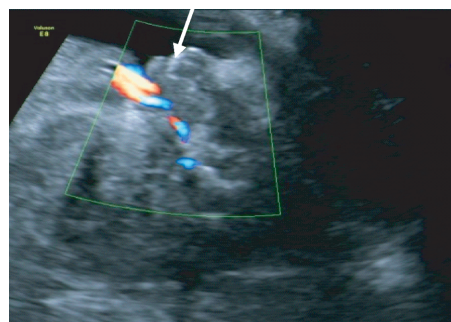


图 1 声像图示下腹壁形态失常,脐带低置,其下方见等回声突起物(箭头示)

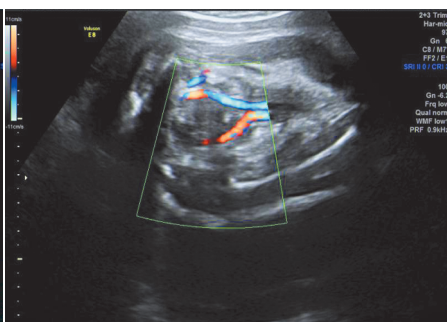


图 2 声像图示双侧脐动脉血流间未见膀胱无回声区

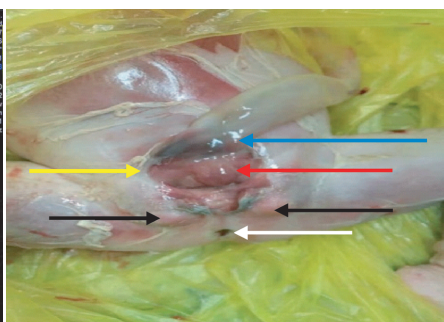


图 3 大体标本示胎儿下腹壁缺损(黄色箭头示),脐带插入低置(蓝色箭头示),脐带下方外翻膨出的膀胱(红色箭头示),大阴唇增厚(黑色箭头示),肛门正常(白色箭头示)

(收稿日期:2019-03-28)

参考文献

[1] Arkani S, Cao J, Lundin J, et al. Evaluation of the *ISL1* gene in the pathogenesis of bladder exstrophy in a Swedish cohort [J]. *Hum Genome Var*, 2018, 29(5):18009.

[2] ishel-Bartal M, Perlman S, Messing B, et al. Early diagnosis of bladder exstrophy: quantitative assessment of a low-inserted umbilical cord[J]. *J Ultrasound Med*, 2017, 36(9):1801-1805.