

• 综述 •

肺脏超声在重症加强治疗病房中的应用进展

马欢 魏丹丹 何健卓 张敏州 郭力恒

(广东省中医院重症医学科, 广东 广州 510120)

通常临床上危重患者肺脏是否发生病理变化,需将患者搬运至放射科行 CT 等影像学检查,即使进行床旁 X 线检查也过程繁琐,这对早期判断患者病情、减少转运风险提出了挑战。近年来超声技术在急诊室及重症加强治疗病房(ICU)中的应用越来越广泛,床旁超声因其直观、快捷、准确等特点,被医生形象地比喻为“看得见的听诊器”,已被国外发达国家和地区的 ICU、麻醉科和急诊科等科室作为重症患者监测和评估的常规工具^[1-6]。

在 ICU 的临床实践中,超声可以胜任的工作有很多。它可以评估休克患者的血流动力学以此进行液体管理;可以快速鉴别诊断心源性呼吸困难;可以提高识别诊断急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者的能力;还可以探查胸水和腹水;引导困难置管的顺利进行;实时定位主动脉球囊反搏(IABP)导管的植入位置是否合适等。

既往人们一直认为,气体可以阻碍超声波传播,肺脏超声是不可能实现的。然而,一系列的研究已经打破了这一思维。研究证实肺脏超声在重症患者的评估中非常有用,肺脏超声最大的优势在于它是一个床边工具,可以马上执行,这就弥补了影像学检查和实验室检查的不足^[2,7]。传统上肺脏超声应由超声科医生掌握,然而国外更多肺脏超声的研究出自于急诊科及 ICU 的医生^[8-10]。

1 肺脏超声的工作原理

所有的急性疾病都可以减少肺脏换气,改变肺表面积,产生不同的影像学表现^[11]。肺脏超声一般可用来评估胸壁、胸腔、膈肌和肺脏^[7]。完成肺脏超声检查需要 15 min,熟练的操作者需要的时间可能会更短。一般来说,进行肺脏超声检查时,患者应采取仰卧位,床头要高。我们根据 Volpicelli 等^[12]提出的标准检查,分别在患者的前臂和侧壁进行,每个部位各 2 个区域,共 8 个区域。

检查时,一般选择纵切面,探头垂直于皮肤表面。在进行 M 型超声检查时,标志一半指向患者的头部,探头垂直于肋骨,这样就得到一个典型的肺脏超声图像,通过垂直移动探头获得相邻肋间隙的图像^[11]。

肋骨阻碍超声波的传播,它的典型特征是后方声影的出现,这就阻碍我们对深部组织的观察,肋骨下面 0.5 cm,我们可以发现一个厚度 < 2 mm 的强回声带即为胸膜线,超声波穿过胸膜时遇到肺内气体的强反射,表现为高回声的白线条。脏层胸膜随着呼吸周期相对于壁层胸膜作运动,

在 B 超上出现肺滑行,因此胸膜滑动征是肺脏超声的一个典型特征。在一些病理状态下,如胸膜炎、胸膜剥脱、气胸、皮下气肿、呼吸暂停、严重的支气管痉挛、慢性阻塞性肺疾病(COPD)、ARDS,影响了胸膜的流动性,导致胸膜滑动征的消失。在 M 型超声上可记录为特征性的图像——沙滩征(图 1a),其它典型的影像学表现是:在胸膜线至胸壁之间呈线性结构,胸膜壁下面是同质的颗粒样特征。超声波穿过胸膜遇到富含气体肺脏的反射,出现胸膜线,同时下面出现与胸膜线平行、重复的数条高回声线,其间距恰好等于皮肤到胸膜线的距离,即为正常肺组织的声像图特征之一,这些线称为 A 线(图 1b)。一种从胸膜线垂直发出的窄条、激光束样的高回声条,直达屏幕边缘,称作 B 线(图 1c),B 线往往代表肺水肿的出现。E 线代表皮下气肿,E 线很长,但不从胸膜线发出。

2 在危重患者管理中,肺脏超声可以鉴别的病理状态

2.1 胸腔积液:在急危重症患者中,胸腔积液是普遍存在的。与体检和 X 线相比,B 超诊断胸水的敏感性更高,尤其在鉴别渗出和肺膨胀不全方面^[13]。肺脏超声很容易检测出胸水,在 B 超上表现为一个均质的低回声暗区^[7,14-15]。

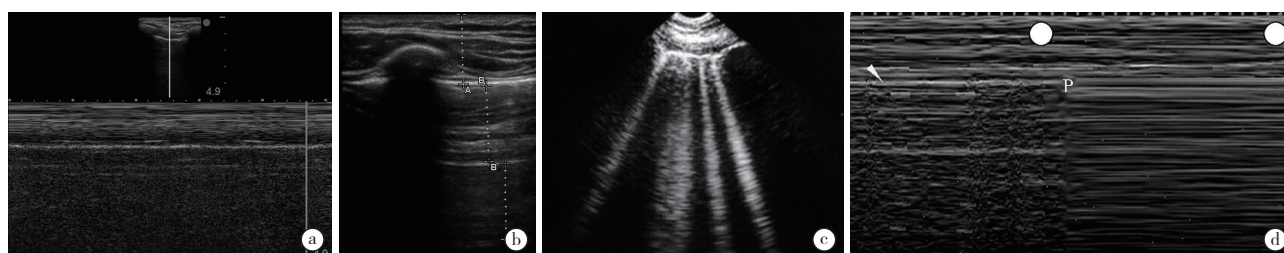
为了更好地评估胸腔积液,我们需要着重评估以下 3 个特征:①解剖学上的分界:胸壁、肺脏、纵膈以及临近实质器官(肝和肾),确定胸腔积液在胸廓内的位置,尤其当我们计划胸腔穿刺时;②无回声区:胸腔积液;③动力学变化:间断肺通气、肺压缩、或二者(肺膨胀不全)。

在急诊室一项对象是主诉为呼吸困难患者的研究中,研究者分别对患者进行肺脏超声、X 线和 CT 检查,以 CT 检查发现作为金标准,结果是肺脏超声较 X 线诊断胸腔积液的准确性更高,敏感性和特异性分别为 90% 和 73%。

目前对通过超声来评估胸腔积液的容量仍存在争议。一种方法是将探头放在腋后线的位置评估肺脏和前壁之间的距离,当距离 > 5 cm 时表明胸腔积液超过 500 mL,该位置测得的最大距离乘以 20 即可估算胸腔积液的容量^[16]。对较复杂的胸腔积液,肺脏超声优于其他的影像学检查^[7],肺脏超声能够清晰地显示胸腔积液的分隔和其中的碎片^[17]。

2.2 气胸:肺脏超声检查很容易排除气胸,胸膜滑动征和沙滩征的出现,可以排除气胸的诊断(阴性预测值为 100%)。

评估气胸需要在几个固定的位置进行,当气胸存在时,两层胸膜之间的气体阻碍了胸膜的滑动,在这种情况下,B 线不可能出现,而只能显示 A 线^[14]。在一项评估围手术期胸腔闭式引流后残余气胸的研究中,肺脏超声较 X 线更快捷,同时二者之间有很好的相关性^[18]。除此之外,很多研究显示,在仰卧位肺脏超声排除气胸要优于 X 线。然而,通



①: 沙滩征 (正常肺脏超声); ②: A 线 (正常肺脏超声); ③: B 线 (肺水肿); ④: 平流层征 (气胸)

图 1 肺脏超声的 4 种图像

过肺脏超声确诊气胸比较困难,因为胸膜滑动征消失并不能确诊气胸,还需要看到肺点,只有经验丰富的专家才能做到^[15,17]。肺点是正常的肺组织和胸膜滑动征消失或 A 线的交叉点,肺点的出现表明肺实质已经有塌陷,诊断气胸的特异性为 100%。同样,如果没有胸膜滑动, M 型超声上的表现也可能不一样,在胸膜线下面,出现直线型的改变,而不是颗粒型,这被称为平流层征 (图 1d)。

2.3 间质水肿: 肺水肿或肺间质渗出表现为小叶间隔增厚和末梢通气功能下降,进而产生 B 线。B 线是高回声线垂直于胸膜线并延伸至整个屏幕,在一个肋间隙可以看到很多个 B 线, B 线的出现减少了 A 线的产生。

B 线与呼吸一起运动, B 线的出现可以排除气胸^[17]。尽管 B 线亦可以存在于正常肺脏, B 线的数量与小叶间隔增厚的程度及肺脏通气功能下降直接相关。研究表明, B 线之间的距离大于 7 mm 与静脉充血导致的小叶间隔增厚相关,而 B 线之间的距离小于 3 mm 与肺泡水肿相关 (CT 上显示为毛玻璃样改变)^[9]。在临床应用中普遍认为,在一个部位一个肋间隙中 B 线数量大于 3 条被认为是异常的^[15]。并且, B 线的数目直接与心功能衰竭 (心衰)、肺水多少、B 型脑钠肽 (BNP) 水平以及心脏收缩和舒张功能的下降程度直接相关^[14,19-20]。因此, B 线的出现可以鉴别心源性和非心源性原因引起的呼吸衰竭 (呼衰)。这已经被肺脏超声与 BNP 水平相关的研究证实^[14]。除此之外,心功能不全患者经过治疗后 B 线可以消失,肺水肿亦消失^[20]。

2.4 呼衰: 肺脏超声检查提供了一个评估呼吸困难、呼衰或二者的标准流程。通过患者的肺脏超声检查和下肢静脉血栓筛查,也就是所谓的急诊床旁肺部超声 (BLUE) 流程,可以迅速为医生找到呼吸功能不全的答案^[21]。BLUE 流程将肺脏超声发现分解为几个不同的征象。

简而言之,肺脏超声检查正常时,需要同时筛查下肢静脉血栓。如果发现下肢静脉血栓,呼吸困难的原因很可能是肺栓塞,反之,可能是支气管痉挛所致。肺滑动征消失,合并 A 线提示气胸。然而对于气胸的诊断,还需要鉴别出肺点。此外,在肺部感染的患者,肺脏超声可能发现肺实变、肺滑动征消失和 B 线占优势以及双侧的不对称,或者胸腔积液出现等。有研究将上述提到的征象作为评价标准来评估急性呼衰的患者,在该研究中,转入 ICU 的患者立即行肺脏超声检查,最终 90.5% 的肺脏超声诊断结果与主治医师最终的诊断一致。本课题组前期的研究结果表明,肺脏超声可以鉴别呼

吸困难的类型,尤其对于心源性和肺源性的鉴别有价值^[2]。

2.5 监测患者对治疗的反应: 肺脏超声可以监测患者对临床治疗的反应。有研究通过 B 线的减少来评估肾功能不全患者肺充血的血管外肺水情况,肺水的减少与临床症状改善一致^[20]。同样,当血流动力学不稳定的患者需要液体复苏时,我们很难通过一个公式精确计算补液量。Lichtenstein 等^[22]评估肺脏超声指标与肺动脉导管指标之间的相关性,结果发现,当肺脏超声出现 A 线优势型时,肺动脉楔压小于 18 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),结论是 A 线优势型肺脏超声表现表明肺脏对液体复苏的耐受性好,如果液体复苏后,出现 B 线优势型代替 A 线优势型,从流水静水压的角度来看表明出现了肺间质水肿,那么患者对液体复苏的耐受性就较差。张丽娜等^[1]亦提出重症医学医师主导的床旁目标导向超声心动图检查在 ICU 中应用的可行性,再次将肺脏超声检测肺水作为容量反应性的评价手段。

在一项呼吸机相关性肺炎 (VAP) 的临床研究中,肺脏超声与 CT 发现肺复张的程度相关,与患者对抗菌药物的反应相关,相反,如果患者肺复张不明显,往往提示抗感染效果不佳^[23]。此外,由于肺脏超声可以评估肺复张,因此可以用其来评估呼气末正压 (PEEP) 通气与肺复张间的关系。

2.6 引导困难插管的进行,实时定位 IABP 的位置: 经胸心脏超声可以评估降主动脉弓和主动脉粥样硬化斑块的严重程度进而避免医源性穿孔和破裂,避免触碰斑块,导致斑块脱落引起下游血栓形成进而导致腹部器官缺血等。Nowak-Machen 等^[24]观察 454 例患者发现, IABP 植入对降主动脉钙化患者有增加急性肾功能不全的风险,从而说明,有动脉病变的患者盲法植入 IABP 的风险更大。因此,当患者的降主动脉严重扭曲或有斑块形成时,盲插法会比较危险。因此,经胸多普勒超声可以使 IABP 定位更准确、更安全。

参考文献

- [1] 张丽娜,艾宇航,刘志勇,等.重症医学医师主导的床旁目标导向超声心动图检查在 ICU 应用的可行性研究[J].中华危重病急救医学,2012,24(12):739-741.
- [2] 马欢,郭力恒,黄道政,等.如何应用床旁肺脏超声快速鉴别诊断呼吸困难:“彗尾征”快速识别心源性气促[J].中华危重病急救医学,2013,25(8):499-500.
- [3] 吴敬医,张霞,王箴,等.超声心动图评价感染性休克患者液体反应性的临床研究[J].中华危重病急救医学,2014,26(1):36-40.
- [4] 周树生,查渝,王春艳,等.床旁超声技术对慢性阻塞性肺疾病及心源性肺水肿的诊断价值研究[J].中华危重病急救医学,

- 2014, 26(8): 558-562.
- [5] 黄鹤, 崔云亮, 田昭涛, 等. 急性呼吸窘迫综合征的肺部超声诊断价值[J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26(8): 606-608.
- [6] 郭喆, 何伟, 侯静, 等. 超声测量上腔静脉血流评估机械通气患者容量反应性[J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26(9): 624-628.
- [7] Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Thoracic ultrasonography for the pulmonary specialist[J]. Chest, 2011, 140(5): 1332-1341.
- [8] Kremkau FW, Taylor KJ. Artifacts in ultrasound imaging[J]. J Ultrasound Med, 1986, 5(4): 227-237.
- [9] Soldati G. Sonographic findings in pulmonary diseases[J]. Radiol Med, 2006, 111(4): 507-515.
- [10] Mathis G. Thoraxsonography--Part I: Chest wall and pleura[J]. Ultrasound Med Biol, 1997, 23(8): 1131-1139.
- [11] Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, et al. Whole lung lavage: a unique model for ultrasound assessment of lung aeration changes[J]. Intensive Care Med, 2010, 36(6): 999-1007.
- [12] Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome[J]. Am J Emerg Med, 2006, 24(6): 689-696.
- [13] Diacon AH, Brutsche MH, Soler M. Accuracy of pleural puncture sites: a prospective comparison of clinical examination with ultrasound[J]. Chest, 2003, 123(2): 436-441.
- [14] Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2011, 9: 6.
- [15] Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, et al. Clinical review: bedside lung ultrasound in critical care practice[J]. Crit Care, 2007, 11(1): 205.
- [16] Balik M, Plasil P, Waldauf P, et al. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients[J]. Intensive Care Med, 2006, 32(2): 318-321.
- [17] Tu CY, Hsu WH, Hsia TC, et al. Pleural effusions in febrile medical ICU patients: chest ultrasound study[J]. Chest, 2004, 126(4): 1274-1280.
- [18] Saucier S, Motyka C, Killu K. Ultrasonography versus chest radiography after chest tube removal for the detection of pneumothorax[J]. AACN Adv Crit Care, 2010, 21(1): 34-38.
- [19] Frassi F, Gargani L, Gligorova S, et al. Clinical and echocardiographic determinants of ultrasound lung comets[J]. Eur J Echocardiogr, 2007, 8(6): 474-479.
- [20] Noble VE, Murray AF, Capp R, et al. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution[J]. Chest, 2009, 135(6): 1433-1439.
- [21] Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol[J]. Chest, 2008, 134(1): 117-125.
- [22] Lichtenstein DA, Mezière GA, Lagoueyte JF, et al. A-lines and B-lines: lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill[J]. Chest, 2009, 136(4): 1014-1020.
- [23] Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia[J]. Crit Care Med, 2010, 38(1): 84-92.
- [24] Nowak-Machen M, Rawn JD, Shekar PS, et al. Descending aortic calcification increases renal dysfunction and in-hospital mortality in cardiac surgery patients with intraaortic balloon pump counterpulsation placed perioperatively: a case control study[J]. Crit Care, 2012, 16(1): R17.

(收稿日期: 2014-10-29)

(本文编辑: 李银平)

• 读者 • 作者 • 编者 •

本刊常用的不需要标注中文的缩略语(二)

急性肺损伤(acute lung injury, ALI)

急性呼吸窘迫综合征

(acute respiratory distress syndrome, ARDS)

呼气末正压(positive end-expiratory pressures, PEEP)

呼吸机相关性肺损伤(ventilator-induced lung injury, VILI)

1秒用力呼气容积

(forced expiratory volume in 1 second, FEV₁)

II型肺泡上皮细胞(alveolar type II epithelial cells, AEC II)

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)

急性心力衰竭综合征(acute heart failure syndromes, AHFS)

经皮冠状动脉介入术

(percutaneous coronary intervention, PCI)

扩张型心肌病(dilated cardiomyopathy, DCM)

脉搏指示连续心排量

(pulse index continuous cardiac output, PiCCO)

慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)

B型尿钠肽(B-type natriuretic peptide, BNP)

C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)

 α -肌动蛋白(α -smooth muscle actin, α -SMA) γ -干扰素(interferon- γ , IFN- γ)

白细胞计数(white blood cell, WBC)

白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)

白细胞三烯 B₄(leukotriene B₄, LTB₄)

丙氨酸转氨酶(alanine transaminase, ALT)

丙二醛(malondialdehyde, MDA)

肠内营养(enteral nutrition, EN)

持续气道正压通气

(continuous positive airway pressure, CPAP)

传染性单核细胞增多症(infectious mononucleosis, IM)

高密度脂蛋白胆固醇

(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)

低密度脂蛋白胆固醇

(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)

多器官功能衰竭(multiple organ failure, MOF)

多器官功能障碍综合征

(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)

肝素结合蛋白(heparin-binding protein, HBP)

格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS 评分)

格拉斯哥预后评分(Glasgow outcome scale, GOS 评分)

核转录因子- κ B(nuclear factor- κ B, NF- κ B)

红细胞体积分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)

活化部分凝血活酶时间

(activated partial thromboplastin time, APTT)

肌酐(creatinine, Cr)