

心肺联合超声在急性呼吸困难患者病因判断及 诊断时效中的价值研究

李晴¹ 赵洁¹ 陈冬¹ 徐蓓¹ 冯思蓉¹ 岳瑾琢¹

[摘要] **目的:**探讨心肺联合超声在急性呼吸困难病患者病因判断及诊断时效中的价值研究。**方法:**选取 2019 年 1 月—2020 年 12 月期间西安大兴医院急诊科收治的 583 例突发急性呼吸困难患者。以 2019 年 1 月—2019 年 12 月期间(未开展心肺联合超声检查)的 279 例患者作为对照组(调取以往历史病例资料),以 2020 年 1 月—2020 年 12 月期间(开展心肺联合超声检查)的 304 例患者作为研究组。研究组所有患者的检查均由同一位高年资超声医生进行心肺联合超声检查,对急性呼吸困难患者进行病因快速判断,后续检查为 X 线胸片、血气分析、心电图、B 型脑钠肽,必要时行胸部 CT 及肺动脉 CTA 检查等。对照组采用常规心脏超声、胸部 X 线平片、心电图、血气分析、B 型脑钠肽,必要时行胸部 CT 及肺动脉 CTA 检查对患者进行病因判断,除超声检查方式不同外,其余检查方法均一致。分析两组病因判断的敏感度并记录诊断时长。**结果:**研究组 304 例急性呼吸困难患者中心肺联合超声诊断的病因有左心衰导致的肺水肿、急性呼吸窘迫综合征、气胸、慢性阻塞性肺部疾病(COPD)、肺动脉栓塞、肺炎并胸腔积液与临床确诊病因类型均差异无统计学意义($P>0.05$)。研究组患者诊断急性呼吸窘迫综合征、气胸、COPD、肺动脉栓塞的诊断敏感度与对照组相当,差异无统计学意义($P>0.05$);研究组患者对诊断左心衰导致的肺水肿、肺炎并胸腔积液的敏感度显著高于对照组,差异有统计学意义($P<0.01$);研究组诊断所有急性呼吸困难患者的时长显著短于对照组,差异有统计学意义($P<0.01$)。**结论:**心肺联合超声可以对急性呼吸困难的病因做出快速准确判断,尤其在左心衰导致的肺水肿、肺炎并胸腔积液的患者中有很高的诊断敏感度,可以显著减少诊断时间,为急诊抢救赢得宝贵时间,值得在急诊救治过程中广泛应用推广。

[关键词] 心肺联合超声;急性呼吸困难;肺动脉栓塞;诊断时长

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2022.04.011

[中图分类号] R441.8 **[文献标志码]** A

The value of cardiopulmonary ultrasound in etiological judgment and diagnostic timeliness of patients with acute dyspnea

LI Qing ZHAO Jie CHEN Dong XU Bei FENG Sirong YUE Jinzhuo

(Department of Ultrasound, Xi'an Daxing Hospital, Xi'an, 710016, China)

Corresponding author: YUE Jinzhuo, E-mail: 877485716@qq.com

Abstract Objective: To investigate the value of cardiopulmonary ultrasound in etiological judgment and diagnostic timeliness of patients with acute dyspnea. **Methods:** Five hundred and eighty-three patients with sudden acute dyspnea admitted to the emergency department of Xi'an Daxing Hospital from January 2019 to December 2020 were selected to this study (279 in the control group and 304 in the study group). Study group: The etiologic diagnostic methods included cardiopulmonary ultrasound, followed by chest radiography, blood gas, electrocardiogram(ECT), B-type natriuretic peptide(BNP), and chest CT, pulmonary artery CTA when necessary. Control group: Conventional cardiac ultrasound was used to replace the cardiopulmonary ultrasound in the study group, other examination methods were the same. The sensitivity of etiological judgment was analyzed and the diagnostic duration was recorded. **Results:** The etiology of 304 patients with acute dyspnea diagnosed by cardiopulmonary ultrasound included pulmonary edema caused by left heart failure, acute respiratory distress syndrome, pneumothorax, chronic obstructive pulmonary disease, pulmonary embolism, pneumonia with pleural effusion($P>0.05$). There was no difference with the type of etiology in clinical diagnosis. The diagnostic sensitivity of acute respiratory distress syndrome, pneumothorax, chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary embolism in the study group was similar to that in the control group ($P>0.05$). The diagnostic sensitivity of pulmonary edema caused by left heart failure, pneumonia with pleural effusion in the study group was significantly higher than that of the control group ($P<0.01$). The diagnostic duration of the study group was significantly shorter than that of the control group ($P<0.01$). **Conclusion:** Cardiopulmonary ultrasound can make a rapid and accurate diagnosis for the etiology of acute dyspnea, especially in patients with pulmonary edema caused by left heart failure, and pneumonia with pleural effusion. Its high diagnostic sensitivity can significantly reduce the diagnostic duration and win valuable time for emergency rescue. It is worthy of wide application and promotion in the emergency treatment

¹西安大兴医院超声医学科(西安,710016)

通信作者:岳瑾琢,E-mail:877485716@qq.com

process.

Key words cardiopulmonary ultrasound; acute dyspnea; pulmonary embolism; diagnostic timeliness

急性呼吸困难是急危重症患者呼吸功能不全的共同表现,具有发病快、病情重的特点,部分患者出现端坐呼吸、紫绀等表现,是影响急危重症患者预后的重要因素。急诊快速诊断和处理具有很大的挑战性^[1],常伴随误诊和漏诊(误判)的可能^[2]。通常情况下鉴别限制性、心源性^[3]、肺源性^[4]或者是阻塞性^[5]疾病依赖于多种检查信息的整合,但患者病情危重、血流动力学不稳定,外出检查风险性很大。重症超声的发展为我们提供了一种新的快速诊断工具。我中心设计了心肺联合超声检查方案,在急救过程中加以应用和验证。本文针对心肺联合超声在急性呼吸困难患者检查中的诊断敏感度和诊断时长进行了分析研究,希望心肺联合超声在急诊得到推广应用。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究选取2019年1月—2020年12月期间我院急诊科诊治的583例突发急性呼吸困难患者。分组方法:以2019年1月—2019年12月期间(未开展心肺联合超声)的279例急性呼吸困难患者作为对照组,其中男197例,女82例;年龄32~91岁,平均(54.15±5.52)岁;以2020年1月—2020年12月期间(开展心肺联合超声检查)的304例急性呼吸困难患者作为研究组,其中男205例,女99例;年龄29~98岁,平均(55.15±6.35)岁。

纳入标准:①经临床医生确诊为突发急性呼吸困难;②均入住急诊科监护室。排除标准:①大量皮下气肿患者;②患者及其家属治疗期间放弃治疗者。

1.2 研究方法

1.2.1 诊断方法 研究组首先采用床旁心肺联合超声对患者进行快速病因判断,后续检查为胸部X线片、血气、心电图、B型脑钠肽(BNP),必要时行胸部CT及肺动脉CTA检查等;对照组患者采用常规心脏超声、胸部X线片、血气、心电图、B型脑钠肽(BNP),必要时行胸部CT及肺动脉CTA等常规检查,病因明确后进行治疗;记录两组患者病因明确诊断时长,并进行比较。

1.2.2 心肺联合超声检查内容及方法 心脏快速评估采用经胸心脏超声评估(FATE)方案、肺脏快速评估采用急诊床边肺部超声检查(BLUE)方案^[6]、下腔静脉(inferior vena cava, IVC)内径及其变异度检查。心脏采用心尖及胸骨旁左室长轴、左室短轴、心尖四腔等对心腔大小比例、收缩、舒张功能、肺动脉压及容量状态进行评估;肺部对上下BLUE点及PLAPS点快速评估。对双肺A参数

(A线并肺滑动征)、急性右心系统扩大的患者加做双下肢静脉血管超声检查。IVC内径(距右房入口处2cm)及M型测量吸气塌陷率(取样线位置同内径测量处)。

1.2.3 疾病超声表现及确诊标准 左心衰导致的肺水肿超声表现为左心系统的扩大、左室射血分数小于40%、双肺表现为胸膜线光滑的B线^[7],临床确诊标准为2018中国心衰诊疗指南;急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)^[8],分为局限性ARDS和弥漫性ARDS。局限性ARDS超声表现为:非重力依赖区肺组织存在胸膜线、胸膜滑动征和A线,而重力依赖区存在肺组织失气化的B线或组织密度影的肺实变;弥漫性ARDS肺组织充气广泛减少,超声下可见到均质分布的B线及胸膜下的小实变^[9],临床确诊标准参考中华医学会呼吸病学分会制定的急性呼吸窘迫综合征的诊断标准;气胸超声表现为肺滑消失的A线并可见肺点^[10],临床确诊标准为CT;肺炎并胸腔积液超声表现为:①局灶或弥漫B线;②肺实变伴支气管充气征^[11];③胸膜线不规则增厚;④可见胸腔积液;临床确诊标准为2012年中华人民共和国卫生行业颁布的肺炎诊断标准;慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD),超声表现为双肺A征象并肺滑动减弱,已发展为肺心病患者表现为右心系统扩大并右室壁增厚,临床确诊标准为肺功能检测(2002年中华医学会呼吸病学分会制定的COPD指南);肺动脉栓塞,超声表现为右心系统的急性扩大、下肢深静脉血栓、双肺A征象等表现,临床确诊标准为肺动脉CTA。

1.2.4 观察指标 ①以临床确诊病因为标准,对两组不同病因(心源性肺水肿、肺栓塞、肺炎并胸腔积液、气胸、急性呼吸窘迫综合征、COPD等)的诊断敏感度进行对比;②对明确诊断的时长进行比较分析。

1.3 统计学方法

本研究采用SPSS 25.0统计学软件对所有数据进行分析和处理,计量资料使用 $\bar{X} \pm S$ 表示,采用 t 检验,计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组病因诊断准确率对比

研究组诊断急性呼吸窘迫综合征、气胸、COPD、肺动脉栓塞等总的诊断敏感度为94.39%,对照组为92.14%,两组比较差异无统计学意义($P > 0.05$);研究组对诊断左心衰导致的肺水肿、肺炎

并胸腔积液的敏感度显著高于对照组,两组比较差异有统计学意义($P < 0.01$),见表 1。

2.2 两组诊断时间比较

研究组 304 例患者的平均诊断为(10.72

± 1.86) min,明显短于对照组 [(29.63 ± 5.00) min],两组比较差异有统计学意义($t = 26.78, P < 0.05$)。

表 1 研究组和对照组病因诊断结果比较

组别	左心衰导致的肺水肿	肺炎并胸腔积液	急性呼吸窘迫综合征	气胸	慢性阻塞性肺部疾病	肺动脉栓塞
研究组(304 例)						
超声诊断	167	62	19	15	37	24
临床诊断	167	64	17	14	38	26
对照组(279 例)						
超声诊断	139	80	29	15	27	19
临床诊断	128	92	32	16	26	20
χ^2	13.709	4.545	0.018	0.002	0.061	0.134
P	0.001	0.003	0.894	0.962	0.805	0.714

3 讨论

急性呼吸衰竭、心力衰竭是在急诊患者中是最为常见的,都可以导致患者出现急性呼吸困难,由于患者肺动脉楔压升高,肺内液体重新分配,肺部超声上表现为密集程度不同的 B 线,相关研究已经发现肺部超声在诊断肺水肿方面比床旁胸部 X 线片和 BNP 更准确,诊断敏感度达到 94%,特异度为 92%,已经在急救诊断中得到广泛使用^[12-14]。

本研究中心肺联合超声检查并不是简单地将心脏和肺脏的超声检查堆砌在一起,在生理与病理生理上心肺是交互作用,互相影响,所以将心肺作为一个整体去评估,同时观察腔静脉及变异度,三者结合可以更好地反应急重症患者的病理生理状态,获得更高层次的信息。进行心肺联合超声检查时首先我们对患者的腔静脉内径及变异度进行扫查,对患者整体的容量状态进行评估,在肺脏上和心脏上进行进一步验证。以一急性呼吸困难患者为例,首先对腔静脉进行评估,可能会出现如下几种情况:①腔静脉内径增宽、充盈固定(经过我们的研究证实,认为 2 cm 以上的腔静脉是增宽的),这个患者可能是存在容量过负荷的情况,再去扫查其肺脏,如果肺上表现为密集的 B 线,证实这个患者存在着肺水肿,心脏超声进一步扫查发现心功能差,那么这个患者呼吸困难的病因就很明确,是因为左心衰竭导致的肺水肿而引起的呼吸困难,同时其急诊治疗方案也就明确了,需要快速利尿、强心的处理。经过我们的临床观察这种左心衰竭肺水肿的患者,经过临床医生的处理之后,在短短的几个小时之内肺超上从密集的 B 线可以恢复为正常的 A 线,同时患者症状明显缓解。②腔静脉内径增宽、充盈固定,同样分析这个患者存在容量过负

荷的风险,但是通过扫查其肺脏发现,双肺表现为正常的 A 参数,并没有出现肺水肿的情况,那么这位呼吸困难患者的原因究竟是什么呢?在进一步扫查其心脏,发现右心系统急性扩大、肺动脉内径增宽,如果患者有长期卧床、近期手术病史,在加做双下肢深静脉超声检查,如果下肢深静脉存在血栓,我们将高度怀疑其为肺动脉栓塞患者;如果心脏超声表现为右心系统的慢性扩大,再结合患者是否存在慢性肺部疾病病史,如果存在,即可确诊为肺心病,其呼吸困难的病因也是明确的。③腔静脉处于中间状态,表明这个患者目前没有容量过负荷的状态,在进一步扫查肺脏,如果存在着不同的 B 线及小碎片,甚至存在胸腔积液及肺不张,那么这个患者呼吸困难的病因为肺部炎症。超声对于胸腔积液的显示明显优于 X 线片,超声可以清晰地分辨胸腔内的是积液还是不张的肺组织,或者是实变的肺组织,因为水在超声上表现为无回声区,是最容易分辨的。心肺联合超声可以在床旁对患者的心肺及容量状态在 10 min 之内进行完整准确的评估,从而指导临床医生对患者快速正确的处理,大大缩短了诊断时间,提高了急救效果。

左心衰竭导致的肺水肿在急性呼吸困难的患者中占绝大多数。心肺联合超声可以对患者心肺的状态进行整合评估,可以看到肺上胸膜光滑的密集 B 线,减低的心功能,增宽的腔静脉,可以快速指导急诊医生进行处理,正确的处理之后,我们可以明显地看到患者从来端坐呼吸,到几个小时之后便可以平躺,同时肺上的 B 线从减少甚至到消失,左心衰竭肺水肿的这类患者临床急诊处理效果是十分显著的。ARDS 患者肺内通气/血流比例失调,部分肺泡塌陷,由于重力依赖性,肺部的不同区

域有不同的超声表现^[15]。具体见研究方法诊断标准的论述中。ARDS的诊断标准中有一条为须除外心衰的原因,而超声可以对心功能的状态进行快速准确的评估,结合肺超的表现可以帮助临床医生分辨该患者是否存在ARDS。在急重症监护病房,除了自发性、外伤导致的气胸外,机械通气、按压、深静脉置管等操作都会造成气胸的发生。这种情况下,肺部超声可以在几秒钟之内做出快速诊断,肺超表现为肺滑消失,肺上A征象,但是肺超声也存在一定的局限性,它无法区分靠近胸膜的肺大泡和气胸。目前已有很多研究得出了肺部超声对诊断气胸的准确性高于胸部X线片,以CT为参照,肺部超声的敏感度为90%^[16]，“肺点”诊断气胸的阳性率可达100%^[17]。另外,在气胸的治疗效果监测上,超声也可以发挥作用,在进行胸腔闭式引流术后,可通过观察“肺点”的位置变化,大致了解气胸剩余量的多少,来帮助判断引流效果。在COPD上肺超声表现为双肺A表现及肺滑减弱^[18],同时我们可以看到患者桶状胸的表现,长期的肺通气阻塞会出现右心功能不全,超声上往往表现为右心系统增大、右室壁增厚、右室面积变化率减低及三尖瓣环位移减低,同时结合患者病史不难做出诊断。肺动脉栓塞是急性肺部疾病的常见原因,尤其是长期卧床人群,在临床死亡原因中居第3位,而且有逐步上升的趋势。值得我们关注的是凡是及时作出诊断及治疗的PE患者中,只有7%死亡,而没有考虑PE诊断的患者中60%死亡,其中33%在第1小时内迅速死亡。下肢深静脉血栓是肺动脉栓子的最常见来源。在典型的急性的肺动脉栓塞中肺超表现为正常的A表现,发生肺栓塞几天的患者中肺超声会出现少量B线;心超表现为右心系统的急性扩大,肺动脉高压,此时若是下肢深静脉存在血栓,则肺动脉栓塞的诊断几乎是肯定的。但是在临床中我们会经常遇到一些不典型的肺动脉栓塞患者,出现不明原因的顽固性低氧血症,双肺却表现为正常的A征象,和肺部超声表现不符合,右心系统也无扩大,下肢深静脉也未探及血栓,此时如果D-二聚体值升高,患者为突发的急性呼吸困难,仍要高度怀疑肺动脉栓塞的可能。重症肺炎并胸腔积液的这类患者在急诊中也是比较常见的,多发生在一些长期卧床的患者中,肺超声可以快速的发现患者肺上的渗出及胸膜下的实变和胸腔积液,对胸腔积液进行穿刺定位,急诊医生经过快速穿刺引流之后患者症状大多会明显好转。超声相较X线而言在胸腔积液的检查中有明显的优势,由于超声及X线2种诊断方法传导介质不同,超声仪器在穿透胸腔液体及软组织后可形成明显的回声差,前者为无回声,而后者表现为中等强度回声,超声在胸腔积液的诊断中有较高的辨别价值,可明确区分

软组织与液区,分辨率较高,可明确其内透声,及积液量,而少量的积液对于X线片而言仅显示肋膈角模糊或者变钝,无法清晰的显示液区及明确液体的深度。

本研究中,用床旁心肺联合超声对左心衰导致的肺水肿、肺栓塞、肺炎并胸腔积液、气胸、COPD、急性呼吸窘迫综合征等总诊断敏感度为94.39%,诊断时间为(10.72±1.86)min。对于急性呼吸困难的临床采用常规超声、心电图、X线片等方法,收集诊断信息时间较长,且无法对患者的容量状态进行评估。心肺联合超声克服了信息不对等的缺陷,做到床旁快速整体评估,成为便捷准确的判断方式。我们的心肺联合超声检查,不仅只用于病因诊断,也可以对治疗后的疗效进行动态评估,对于一些需要液体复苏的患者,在肺部即将出现B线的时候,表明患者已经处在了肺水肿的边缘,这个时候我们需要结合下腔静脉的情况、心脏的情况,对患者的容量状态及时地调整,从而防止肺水肿的发生;对于一些需要脱水治疗的患者,我们可以监测腔静脉的变化、肺上B线的变化来了解脱水的程度,是否要增加或者减少脱水量。心肺联合超声检查不仅可以快速评估及鉴别各种原因引起的呼吸困难,并且可以节省诊断时间,提高诊断效率,对降低患者的病死率意义重大。综上所述心肺联合超声值得在急诊救治过程中广泛推广应用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Renier W, Winckelmann KH, Verbakel JY, et al. Signs and symptoms in adult patients with acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Emerg Med*, 2018, 25(1): 3-11.
- [2] 欧艳, 李芳, 刘利. M-BLUE对于急性呼吸衰竭鉴别及病因诊断中的价值[J]. *临床肺科杂志*, 2020, 25(6): 857-861.
- [3] Pang PS, Collins SP, Gheorghide M, et al. Acute Dyspnea and Decompensated Heart Failure[J]. *Cardiol Clin*, 2018, 36(1): 63-72.
- [4] Soldati G, Demi M. The use of lung ultrasound images for the differential diagnosis of pulmonary and cardiac interstitial pathology[J]. *J Ultrasound*, 2017, 20(2): 91-96.
- [5] Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *Emerg Med*, 2019, 56(1): 53-69.
- [6] Bekgoz B, Kilicaslan I, Bildik F, et al. BLUE protocol ultrasonography in Emergency Department patients presenting with acute dyspnea[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(11): 2020-2027.

- stroke:PREMIER study[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 35(2):168-174.
- [10] 郑守冰,林振中,叶小香. 血清 VILIP-1、尿酸、CRP、NSE 水平与脑梗死患者预后的关系研究[J]. *检验医学与临床*, 2020, 17(10):1332-1335.
- [11] 陈清棠. 脑卒中患者临床神经功能缺损程度评分标准(1995)[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6):62-64.
- [12] Goto Y, Hino A, Hashimoto N. A comparative analysis of the modified Rankin Scale, Karnofsky Performance Status and Kurtzke expanded disability status scale in the perioperative management of patients with brainstem cavernous malformations[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 207:106785.
- [13] Wijemanne N, Soysa P, Wijesundara S. Development and Validation of a Simple High Performance Liquid Chromatography/UV Methods for Simultaneous Determination of Urinary Uric Acid, Hypoxanthine, and Creatinine in Human Urine [J]. *Int J Anal Chem*, 2018, 28(4):1647923.
- [14] 段潇潇,郝玉曼,高励,等. 不同神经功能缺损程度急性脑梗死病人尿酸水平变化及其与近期预后的关系[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2018, 16(9):1276-1279.
- [15] Dogan M, Uz O, Aparci M, et al. Confounders of uric acid level for assessing cardiovascular outcomes[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2016, 13(2):197-198.
- [16] 李红艳,秦历杰,李静宇,等. 降尿酸治疗对脑梗死患者血管内皮功能的影响[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(6):744-748.
- [17] 林文词,黄文坤,韩秋黄. 老年急性脑梗死患者的尿酸水平与脑梗死严重程度及预后的关系研究[J]. *健康研究*, 2020, 40(3):336-339.
- [18] Hayden MR, Tyagi SC. Uric acid: A new look at an old risk marker for cardiovascular disease, metabolic syndrome, and type 2 diabetes mellitus: The urate red-ox shuttle[J]. *Nutr Metab(Lond)*, 2004, 1(1):10-16.
- [19] 周汇文. 不同神经功能缺损程度脑梗死病人尿酸水平变化及其与近期预后关系分析[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2017, 15(24):3212-3214.
- [20] Perna L, Mons U, Schöttker B, Brenner H. Association of cognitive function and serum uric acid: Are cardiovascular diseases a mediator among women[J]. *Exp Gerontol*, 2016, 81(1):37-41.

(收稿日期:2021-10-06)

(上接第 277 页)

- [7] Muniz RT, Mesquita ET, Souza Junior CV, et al. Pulmonary Ultrasound in Patients with Heart Failure-Systematic Review[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2018, 110(6):577-584.
- [8] Ferreira AH, Pazin-Filho A. Lung Ultrasound in a Patient With ARDS Secondary to Pancreatitis [J]. *Chest*, 2020, 158(2):e85-e87.
- [9] Santos-Silva J, Lichtenstein D, Tuinman PR, et al. The lung point, still a sign specific to pneumothorax[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(9):1327-1328.
- [10] Sartini S, Frizzi J, Borselli M, et al. Which method is best for an early accurate diagnosis of acute heart failure? Comparison between lung ultrasound, chest X-ray and NT pro-BNP performance: a prospective study[J]. *Intern Emerg Med*, 2017, 12(6):861-869.
- [11] 肖红,蒲婷婷,刘宇,等. 肺部超声和床旁胸部 X 线检查在诊断老年社区获得性肺炎的对比性研究[J]. *临床急诊杂志*, 2012, 13(5):319-324.
- [12] Zong HF, Guo G, Liu J, et al. Using lung ultrasound to quantitatively evaluate pulmonary water content [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(3):729-739.
- [13] 赵晨研,吴彩军,刘宇. 肺部超声评估气胸的临床研究进展[J]. *临床急诊杂志*, 2019, 20(10):820-823.
- [14] Bekgoz B, Kilicaslan I, Bildik F, et al. BLUE protocol ultrasonography in Emergency Department patients presenting with acute dyspnea[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(11):2020-2027.
- [15] Zhu WW, Li YD, Li H, et al. Integrative Cardiopulmonary Ultrasound for Interstitial Lung Disease Assessment: Correlation between Lung Ultrasound Performance and Cardiac Involvement[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2017, 43(4):744-752.
- [16] Fei Q, Lin Y, Yuan TM. Lung Ultrasound, a Better Choice for Neonatal Pneumothorax: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2021, 47(3):359-369.
- [17] Santos-Silva J, Lichtenstein D, Tuinman PR, et al. The lung point, still a sign specific to pneumothorax[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(9):1327-1328.
- [18] Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *J Emerg Med*, 2019, 56(1):53-69.

(收稿日期:2021-12-02)