

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.07.008

论著·临床

# 肺超声 A 线伪像定性及定量新指标对肺气肿的诊断价值及特征分析

赵浩天, 白杨, 姚光耀, 刘元琳, 李丽, 薛红元



基金项目: 河北省医学科学研究计划项目(20211264, 20211228)

作者单位: 050000 石家庄, 河北省人民医院超声科(赵浩天, 刘元琳, 李丽, 薛红元), 呼吸与危重症医学科(姚光耀);

067000 承德, 承德医学院附属医院超声科(白杨)

通信作者: 李丽, E-mail: shrmgnk@126.com

**【摘要】** 目的 分析肺超声 A 线的多种定性及定量新指标对肺气肿患者和健康肺的鉴别诊断价值。方法 选取 2021 年 12 月—2022 年 8 月于河北省人民医院诊断为肺气肿患者 26 例纳入肺气肿组, 同期年龄相近的无肺疾病的受试者 30 例为健康对照组, 对 2 组受试者进行肺超声检查, 测量右侧前胸壁处胸膜线与第 1 条 A 线的垂直距离( $d_{P-A1}$ ), 第 1、2 条 A 线间的垂直距离( $d_{A1-A2}$ ), 测量右侧腋中线胸膜滑动度(PSD)和膈肌移动度(DD); 切换 M 模式观察是否为“海岸征”或“平流层征”。绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析各超声指标对肺气肿的诊断效能。结果 肺气肿组的  $d_{P-A1}$ 、 $d_{A1-A2}$ 、PSD 和 DD 显著低于健康对照组( $t/U=4.631, 4.435, 4.264, 2.038, P<0.01$  或  $0.05$ ), 肺气肿组 M 模式显示平流层征比例高于健康对照组( $\chi^2=9.231, P=0.002$ );  $d_{P-A1}$ 、 $d_{A1-A2}$ 、PSD 和 DD 分别以 17.7 mm、16.7 mm、12.13 mm 和 14.05 mm 为截断值, 诊断肺气肿的曲线下面积(AUC)值分别为 0.790、0.787、0.833 和 0.659。结论 肺超声对肺气肿具有良好的诊断价值, 肺超声的 A 线间距和胸膜滑动度指标优于膈肌移动度指标。

**【关键词】** 肺气肿; 肺超声; 胸膜滑动症; A 线间距; 诊断**【中图分类号】** R563.3 **【文献标识码】** A

**The diagnostic value and characteristics of new qualitative and quantitative indicators of lung ultrasound A-line artifacts in emphysema** Zhao Haotian, Bai Yang, Yao Guangyao, Liu Yuanlin, Li Li, Xue Hongyuan. Department of Ultrasound, Hebei General Hospital, Hebei Province, Shijiazhuang 050000, China

Corresponding author: Li Li, email: shrmgnk@126.com

Funding program: Hebei Medical Science Research Program Project (20211264, 20211228)

**【Abstract】 Objective** To analyze the value of various qualitative and quantitative new indicators of lung ultrasound A-line in the differential diagnosis of Emphysema patients and healthy lungs. **Methods** From December 2021 to August 2022, 26 patients diagnosed as Emphysema in the People's Hospital of Hebei Province were included in the Emphysema group, and 30 subjects with similar age and no lung disease in the same period were selected as the healthy control group. Two groups of subjects were examined by lung ultrasound, and the vertical distance between the pleural line at the right front chest wall and the first A-line ( $d_{P-A1}$ ), and the vertical distance between the first and second A-lines ( $d_{A1-A2}$ ) were measured, Measure the pleural sliding degree (PSD) and diaphragm movement degree (DD) of the right midaxillary line; Switch the M mode to observe whether it is a "coastal sign" or "stratospheric sign". Draw the receiver operating characteristic curve (ROC) to analyze the diagnostic efficacy of each ultrasonic index for Emphysema. **Results** The  $d_{P-A1}$ ,  $d_{A1-A2}$ , PSD and DD in the Emphysema group were significantly lower than those in the healthy control group ( $t/U=4.631, 4.435, 4.264, 2.038, P<0.01$  or  $0.05$ ), with a higher proportion of stratospheric signs compared to the control group ( $\chi^2=9.231, P=0.002$ ); The cutoff values of  $d_{P-A1}$ ,  $d_{A1-A2}$ , PSD and DD were 17.7 mm, 16.7 mm, 12.13 mm and 14.05 mm respectively, and the AUC values for diagnosis of Emphysema were 0.790, 0.787, 0.833 and 0.659 respectively. **Conclusion** Lung ultrasound has a good diagnostic value for Emphysema. The A-line spacing and pleural slip index of lung ultrasound are better than the index of diaphragm mobility.

**【Key words】** Emphysema; Lung ultrasound; Pleural sliding; Distance between A line; Diagnosis

肺气肿是由于肺细支气管壁结构破坏、弹性下降, 终末细支气管和肺泡管腔过度膨胀, 肺残气量和肺总气量增加为主要病理生理学表现的一类疾病<sup>[1]</sup>。肺气肿通过破坏肺泡毛细血管单位, 影响肺通气量和气体交换效率, 导致气短、呼吸困难症状, 进而发展至慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD), 严重影响生活质量和生存率, 且肺癌风险增加<sup>[2-3]</sup>。肺 CT 是目前诊断肺气肿的最佳影像学工具<sup>[4-5]</sup>, 然而关于肺气肿的超声表现尚无相关研究。

由于肺气肿和正常肺组织均为含气结构, 在超声下均表现为 A 线, 系超声波传至胸膜线时与后方气体发生全反射而呈现的伪像。在实际超声工作检查中发现, 由于肺气肿和正常肺组织含气量的不同, 其 A 线特点具有一定差异。此外, 肺气肿患者由于肺残气量和肺总量的增加、肺通气程度减少, 其膈肌运动和胸膜滑动弱于正常人。本研究采用膈肌及肺超声技术对肺气肿患者进行检查, 以期探究肺气肿的超声表现特征, 报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2021 年 12 月—2022 年 8 月于河北省人民医院确诊为肺气肿的患者 26 例纳入肺气肿组, 男 21 例, 女 5 例, 年龄 55 ~ 87 (72.8 ± 9.8) 岁。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) 符合肺气肿临床表现和体征, 具有慢性支气管炎病史, 存在气短、呼吸困难等症状, 查体可见桶状胸、语颤减弱、肺肝浊音界下移等体征; (3) 肺 CT 检查符合典型肺气肿表现, 且右侧前胸壁可见典型肺气肿病灶<sup>[4-6]</sup>。排除标准: (1) 胸膜肿瘤、肺肿瘤、大量胸腔积液、肺间质纤维化、气胸、皮下气肿等肺疾病; (2) 膈肌萎缩、膈神经传导异常; (3) 肥胖、过瘦或肋间隙过窄。另选取年龄相近的无肺疾病的受试者 30 例为健康对照组, 男 17 例, 女 13 例, 年龄 46 ~ 95 (67.0 ± 14.4) 岁。2 组性别、年龄比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。本研究已通过医院伦理委员会批准 (科研伦审 2020 第 265 号), 受试者及家属均知情同意并签署知情同意书。

### 1.2 肺超声测量指标与方法

#### 1.2.1 “海岸征”或“平流层征”观察:

使用 GE vivid iq 床旁超声仪, 凸阵探头 (频率 1.7 ~ 3.4 MHz) 经胸壁扫查肺组织, 选取受试者右侧前胸壁 (胸骨旁线与腋前线之间第 2 ~ 4 肋间) 作为扫查位点, 观察有无胸膜滑动征并记录, 冻结并保存二维图像, 见图 1。将取样线垂直于胸膜并切换 M 模式, 观察并记录“海岸征”或“平流层征”, 见图 2A、B。

#### 1.2.2 A 线的 $d_{P-A}$ 、 $d_{A1-A2}$ 检测:

选择高频线阵 9L 探头

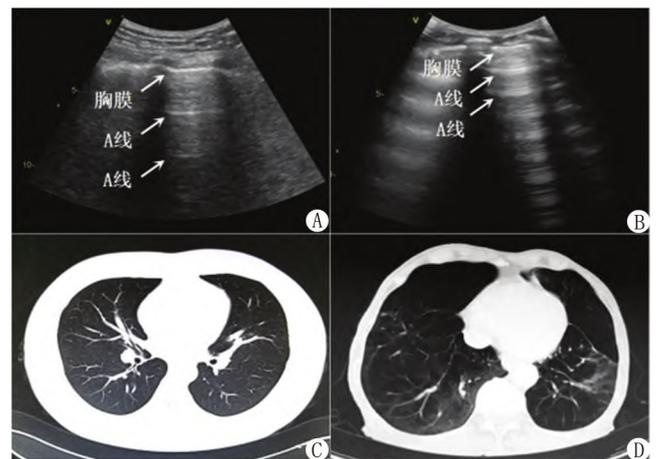
(频率 3 ~ 9 MHz), 选取受试者右侧前胸壁 (同上), 嘱患者平静呼吸, 使用超声探头垂直于胸壁进行扫查, 于呼气末冻结图像, 可见胸膜线和后方多条平行的 A 线。测量胸膜线与第 1 条 A 线的垂直距离 (distance between pleura and A1-line,  $d_{P-A1}$ ), 以及第 1 条 A 线与第 2 条 A 线的垂直距离 (distance between A1-line and A2-line,  $d_{A1-A2}$ ), 见图 2C、D。

#### 1.2.3 胸膜滑动度 (pleura sliding displacement, PSD) 检测:

将线阵探头置于患者腋中线, 同时显示肺胸膜、肝脏和膈肌, 观察肺肝交界区随呼吸发生往返运动, 固定探头位置, 分别于呼气末期和吸气末期沿胸膜线方向测量肺肝交界点与声窗左缘的距离, 二者差值即 PSD, 见图 3A、B。

#### 1.2.4 膈肌移动度 (diaphragm displacement, DD) 检测:

将凸阵探头以横切面置于右侧锁骨中线与肋缘下交点位置, 获取膈肌顶部声像, 采用 M 模式, 测量呼气末期至吸气末期的垂直距离, 即 DD, 见图 3C、D。

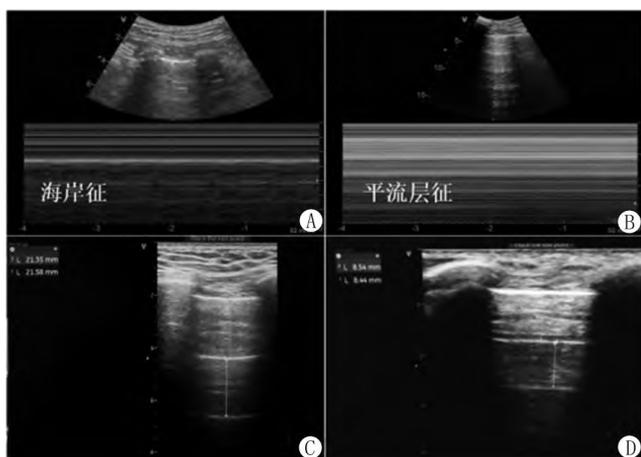


注: A. 健康对照组前胸壁肺超声显示为 A 线; B. 肺气肿患者肺超声显示为 A 线, 间距较小; C. 健康对照组肺 CT 表现; D. 肺气肿患者肺 CT 表现。

图 1 健康对照组与肺气肿组的二维肺超声和肺 CT 比较  
Fig. 1 Comparison of two-dimensional lung ultrasound and lung CT between healthy control group and Emphysema group

### 1.3 统计学方法

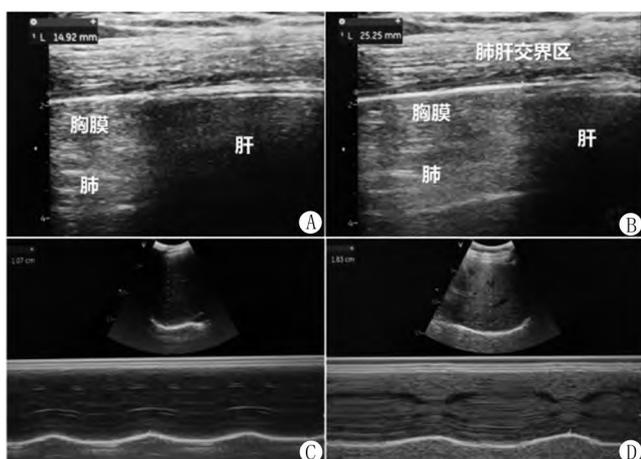
使用 SPSS 21.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 2 组比较采用独立样本  $t$  检验, 不符合正态分布的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示, 2 组比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验; 计数资料以频数或率 (%) 表示, 2 组比较采用独立样本  $\chi^2$  检验; 绘制受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic, ROC) 及曲线下面积 (area under curve, AUC) 评价诊断效能。  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。



注:A.健康对照组肺超声 M 模式表现为海岸征;B.肺气肿患者肺超声 M 模式表现为平流层征;C.健康对照组胸膜线与 A1 线间距 21.58 mm,A1 线与 A2 线间距 21.35 mm;D.肺气肿患者胸膜线与 A1 线间距 8.44 mm,A1 线与 A2 线间距 8.54 mm。

图 2 健康对照组与肺气肿组间超声 M 模式特征与 A 线间距比较

Fig. 2 Comparison of M-mode characteristics and A-line spacing between healthy control group and Emphysema group



注:A、B.同一受试者呼气末和吸气末期肺肝交界区距离声场左缘距离,二者差值即胸膜滑动度(PSD),25.25 - 14.92 = 10.33 mm;C.肺气肿患者的膈肌移动度(DD)10.7 mm;D.健康对照组膈肌移动度 18.3 mm。

图 3 胸膜滑动度和膈肌移动度的测量

Fig. 3 Measurement of pleural sliding and diaphragmatic movement

## 2 结果

2.1 2 组受试者一般资料比较 肺气肿组呼吸频率高于健康对照组,氧饱和度低于健康对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );肺气肿组与健康对照组之间性别、年龄、心率、收缩压、舒张压等指标间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 健康对照组和肺气肿组间一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general data between healthy control group and Emphysema group

| 项目                           | 健康对照组<br>(n = 30)     | 肺气肿组<br>(n = 26)      | 检验值   | P 值    |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--------|
| 性别[例(%)]                     |                       |                       |       |        |
| 男                            | 17(56.7)              | 21(80.8)              | 3.710 | 0.054  |
| 女                            | 13(43.3)              | 5(19.2)               |       |        |
| 年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)     | 67.0 $\pm$ 14.4       | 72.8 $\pm$ 9.8        | 1.711 | 0.093  |
| 呼吸频率(次/min)*                 | 19.0<br>(18.0, 20.0)  | 22.0<br>(20.0, 24.3)  | 4.994 | <0.001 |
| 血氧饱和度(%)*                    | 99.0<br>(98.0, 100.0) | 97.00<br>(95.0, 98.0) | 4.931 | <0.001 |
| 心率(次/min)*                   | 76.0<br>(69.8, 80.3)  | 81.5<br>(72.8, 93.3)  | 1.924 | 0.054  |
| 收缩压( $\bar{x} \pm s$ , mmHg) | 136.3 $\pm$ 17.1      | 126.0 $\pm$ 21.5      | 1.996 | 0.051  |
| 舒张压( $\bar{x} \pm s$ , mmHg) | 80.7 $\pm$ 14.8       | 74.4 $\pm$ 14.5       | 1.599 | 0.116  |

注:\*为  $M(Q_1, Q_3)$ 。

2.2 2 组受试者超声指标比较 肺气肿组的  $d_{P-A1}$ 、 $d_{A1-A2}$ 、DD 和 PSD 显著低于健康对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );肺气肿组 M 模式为平流层征的比例高于健康对照组,海岸征低于健康对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );2 组间胸膜滑动征比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 健康对照组和肺气肿组超声指标比较

Tab. 2 Comparison of ultrasound indicators between healthy control group and Emphysema group

| 项目                                  | 健康对照组<br>(n = 30)    | 肺气肿组<br>(n = 26)    | $\chi^2/t$ 值 | P 值    |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------|--------|
| $d_{P-A1}$ ( $\bar{x} \pm s$ , mm)  | 19.4 $\pm$ 2.0       | 15.6 $\pm$ 3.8      | 4.631        | <0.001 |
| $d_{A1-A2}$ ( $\bar{x} \pm s$ , mm) | 19.3 $\pm$ 1.8       | 15.7 $\pm$ 3.8      | 4.435        | <0.001 |
| PSD(mm)*                            | 14.0<br>(10.5, 16.5) | 9.2<br>(6.5, 10.9)  | 4.264        | <0.001 |
| DD(mm)*                             | 12.7<br>(10.8, 16.7) | 11.4<br>(9.2, 13.6) | 2.038        | 0.042  |
| 胸膜滑动征[例(%)]                         | 30(100.0)            | 23(88.5)            | 3.657        | 0.056  |
| M 模式表现                              |                      |                     |              |        |
| 海岸征                                 | 30(100.0)            | 19(73.1)            | 9.231        | 0.002  |
| [例(%)] 平流层征                         | 0                    | 7(26.9)             |              |        |

注:\*为  $M(Q_1, Q_3)$ ;  $d_{P-A1}$ . 胸膜线至第 1 条 A 线间距;  $d_{A1-A2}$ . 第 1 条 A 线至第 2 条 A 线间距; PSD. 胸膜滑动度; DD. 膈肌移动度。

2.3 各超声指标对肺气肿的诊断效能  $d_{P-A1}$ 、 $d_{A1-A2}$  分别以 17.7 mm 和 16.7 mm 为截断值, AUC 值分别为 0.790 和 0.787, 诊断肺气肿的敏感度分别为 0.800 和 0.967, 特异度分别为 0.731 和 0.577; PSD 以 12.13 mm 为截断值, AUC 值为 0.833, 诊断肺气肿的敏感度为 0.700, 特异度为 0.885; DD 以 14.05 mm 为截断值, AUC 值为 0.659, 诊断肺气肿的敏感度为 0.433, 特异度为 0.885, 见表 3。

表 3 各超声指标对肺气肿的诊断效能分析

Tab. 3 Analysis of the diagnostic efficacy of various ultrasound indicators for Emphysema

| 指标          | 截断值       | AUC   | 95% 置信区间    | 敏感度   | 特异度   | 约登指数  |
|-------------|-----------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| $d_{P-A1}$  | <17.7 mm  | 0.790 | 0.666~0.915 | 0.800 | 0.731 | 0.531 |
| $d_{A1-A2}$ | <16.7 mm  | 0.787 | 0.660~0.913 | 0.967 | 0.577 | 0.544 |
| PSD         | <12.13 mm | 0.833 | 0.728~0.937 | 0.700 | 0.885 | 0.585 |
| DD          | <14.05 mm | 0.659 | 0.517~0.801 | 0.433 | 0.885 | 0.318 |

2.4 肺气肿的肺超声特征小结 整合上述肺超声定性及定量指标,对肺气肿的肺超声特征描述小结,见表 4。

表 4 肺气肿和正常肺的超声特征对比小结

Tab. 4 Summary of comparison of ultrasonic characteristics between Emphysema and normal lung

| 项目    | 肺气肿                             | 正常肺                       |
|-------|---------------------------------|---------------------------|
| 二维模式  | 双肺以 A 线为主,远场无明显衰减, A 线间距较正常明显缩短 | 双肺以 A 线为主,远场可见衰减, A 线间距较宽 |
| M 模式  | “海岸征”为主,严重肺气肿可见“平流层征”           | “海岸征”                     |
| 胸膜滑动征 | 存在胸膜滑动,滑动幅度弱于正常水平,严重肺气肿时胸膜滑动可消失 | 胸膜滑动正常                    |
| 膈肌移动度 | 膈肌移动度低于正常水平                     | 膈肌移动度正常                   |

### 3 讨论

肺气肿是以终末细支气管和肺泡永久性膨大和充气过度,破坏肺组织和通气功能为主要表现的一类疾病<sup>[2]</sup>。既往关于肺气肿的肺超声征象研究较少。在床旁急诊肺超声 (bedside lung ultrasound emergency, BLUE) 方案中,正常肺、气胸和以肺气肿为主要病理基础的 COPD 均表现为双肺 A 线<sup>[7]</sup>。在二维灰阶征象中, A 线差异并未被表述,而是通过“肺点征”作为气胸的诊断标准,以双肺 A 线、存在胸膜滑动且下肢深静脉无血栓作为 COPD (即肺气肿) 的诊断标准。然而,正常肺的超声表现亦如此。在实际工作中,同样表现为 A 线伪像,肺气肿的 A 线却与正常肺不同,在设置同等扫查深度的条件下,肺气肿的 A 线数量明显多于正常肺,其 A 线间距明显缩短。本研究对  $d_{P-A1}$  和  $d_{A1-A2}$  进行测量发现,肺气肿组的  $d_{P-A1}$  和  $d_{A1-A2}$  明显低于健康对照组 ( $P < 0.01$ ), 考虑为肺气肿患者的肺泡过度膨胀、肺残气量明显增加,导致肺内含气量占比增高,在肺超声中的 A 线伪像不同于正常肺,这是肺气肿和正常肺的一个鉴别点,对 BLUE 方案是一个补充。此外, BLUE 方案中,超声 M 模式下,健康肺表现

为“海岸征”,而气胸表现为“平流层征”<sup>[8]</sup>,导致二者差异的原因是胸腔内气体和肺内的气体含量占比不同 (气胸为 100%, 正常肺为 98%)<sup>[7]</sup>。当发生肺气肿时,由于肺残气量增加,相邻肺泡因肺泡壁破坏而相互融合,其气体含量占比将高于正常肺<sup>[7]</sup>,甚至切近纯气体。本研究发现,有 7 例 (26.9%) 肺气肿患者在 M 模式下为“平流层征”,考虑为肺含气量明显增高所致,与其病理机制相符。

本研究中,有 3 例 (11.5%) 肺气肿患者未观察到胸膜滑动征,考虑为肺气肿程度严重、残气量较大,导致前胸壁位置的胸膜滑动征很弱,超声未识别。通过对肺肝交界区扫查测量 PSD 发现,肺气肿患者 PSD 明显低于健康对照组,表明肺气肿患者胸膜滑动存在,但弱于正常人。

动物研究显示<sup>[9]</sup>,肺气肿大鼠的膈肌氧化型纤维比例随疾病进展可发生变化,表明肺气肿对膈肌结构产生一定的影响。膈肌超声指标对肺气肿相关疾病的肺通气功能有良好的评估价值,并可用于指导机械通气治疗后的恢复效果<sup>[10-13]</sup>。本研究中,笔者发现肺气肿组患者的 DD 指标明显低于健康对照组 ( $P < 0.05$ ), 和既往研究结果相近。肺气肿患者由于呼气末肺残气量增加,肺通气功能呈不同程度的下降,因此膈肌收缩幅度受限,可经超声准确量化。此外, PSD 是通过对右侧腋中线肺肝交界区胸膜滑动的测量指标,在肺通气下降、膈肌萎缩等疾病中可观察到 PSD 较低。本研究同样发现,肺气肿组 PSD 指标低于健康对照组 ( $P < 0.01$ ), 进一步证实超声定量监测胸膜滑动和膈肌移动指标可评价肺气肿患者的肺通气功能。

综上,肺超声技术对肺部疾病的诊断和评估具有较高的价值<sup>[14-15]</sup>。由于肺气肿和健康肺组织均以 A 线为主要超声特征,既往并无明确关于肺气肿的肺超声特征。本研究通过对临床工作经验进行总结,证实肺总量和肺残气量较大时的肺超声 A 线定性及定量指标存在一定差异,并设计了胸膜线与 A 线间距等新指标,对鉴别诊断有一定的价值。本研究的局限性:(1) 样本量较少;(2) 未对全小叶型和小叶中心型肺气肿进行细化区分,是否产生不同的肺超声征象尚未可知。尽管如此,本研究综合临床经验并将肺超声征象进行量化,结果可证实肺超声在肺气肿中有较好的诊断效能,未来需大样本量进一步深究。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

赵浩天:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;白杨:设计研究方案,分析试验数据;姚光耀:实施研究过程,资料搜集

整理;刘元琳:实施研究过程,进行统计学分析;李丽、薛红元:提出研究方向,论文终审

参考文献

[1] Grosse C, Bankier A. Imaging of emphysema[J]. Radiologe, 2007, 47(5):401-406. DOI:10.1007/s00117-006-1459-3.

[2] Shah PL, Herth FJ, Van Geffen WH, et al. Lung volume reduction for emphysema[J]. Lancet Respir Med, 2017, 5(2):147-156. DOI:10.1016/S2213-2600(16)30221-1.

[3] Mascalchi M, Luconi M. Lung cancer screening, emphysema, and COPD[J]. Chest, 2021, 159(5):1699-1700. DOI:10.1016/j.chest.2021.01.040.

[4] Crossley D, Renton M, Khan M, et al. CT densitometry in emphysema: A systematic review of its clinical utility[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2018, 13:547-563. DOI:10.2147/COPD.S143066.

[5] Grenier PA. Spatial compactness of emphysema at CT and disease severity[J]. Radiology, 2021, 301(3):710-711. DOI:10.1148/radiol.2021211673.

[6] Hartman JE, Criner GJ, Moore WH, et al. HRCT characteristics of severe emphysema patients: Interobserver variability among expert readers and comparison with quantitative software[J]. Eur J Radiol, 2021, 136:109561. DOI:10.1016/j.ejrad.2021.109561.

[7] Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: Two applications of lung ultrasound in the critically ill[J]. Chest, 2015, 147(6):1659-1670. DOI:10.1378/chest.14-1313.

[8] Bhoil R, Ahluwalia A, Chopra R, et al. Signs and lines in lung ultra-

sound[J]. J Ultrason, 2021, 21(86):e225-e233. DOI:10.15557/JoU.2021.0036.

[9] 李钰. 肺气肿大鼠全病程中膈肌功能的研究[D]. 沈阳:中国医科大学, 2010.

[10] Sembera M, Busch A, Kobesova A, et al. Postural-respiratory function of the diaphragm assessed by M-mode ultrasonography[J]. PLoS One, 2022, 17(10):e0275389. DOI:10.1371/journal.pone.0275389.

[11] Spiesshoefer J, Herkenrath S, Henke C, et al. Evaluation of respiratory muscle strength and diaphragm ultrasound: Normative values, theoretical considerations, and practical recommendations[J]. Respiration, 2020, 99(5):369-381. DOI:10.1159/000506016.

[12] 王舰尧, 高占成, 王雪, 等. 超声评估慢性阻塞性肺疾病患者膈肌功能与肺功能关联性研究[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(12):1078-1080. DOI:10.3969/j.issn.1002-0101.2020.12.005.

[13] Rocha FR, Brüggemann AK, Francisco DS, et al. Diaphragmatic mobility: relationship with lung function, respiratory muscle strength, dyspnea, and physical activity in daily life in patients with COPD[J]. J Bras Pneumol, 2017, 43(1):32-37. DOI:10.1590/S1806-37562016000000097.

[14] 赵浩天, 刘奕, 李会英, 等. 床旁即时超声对急重症疑难病患者诊断与评估研究进展[J]. 疑难病杂志, 2021, 20(10):1072-1076. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2021.10.023.

[15] 尹万红, 王小亭, 刘大为, 等. 重症超声临床应用技术规范[J]. 中华内科杂志, 2018, 57(6):397-417. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2018.06.004.

(收稿日期:2023-02-07)

(上接 707 页)

[22] Miranda-Poma J, Trilla-Fuertes L, López-Camacho E, et al. MiRNAs in renal cell carcinoma[J]. Clin Transl Oncol, 2022, 24(11):2055-2063. DOI:10.1007/s12094-022-02866-z.

[23] 吴佳成, 陆雅君, 姜力. miR-21 下调程序性死亡细胞 4 对抑制裸鼠肾细胞癌肿瘤转化和增殖的实验研究[J]. 疑难病杂志, 2019, 18(1):61-66. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2019.01.015.

Wu JC, Lu YJ, Jiang L. Inhibitory effect of down-regulation of programmed death cell 4 by microRNA-21 on tumorigenesis and proliferation of renal cell carcinoma in nude mice[J]. Chin J Diffic and Compl Cas, 2019, 18(1):61-66. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2019.01.015.

[24] Pan H, Ding Y, Jiang Y, et al. LncRNA LIFR-AS1 promotes proliferation and invasion of gastric cancer cell via miR-29a-3p/COL1A2 axis[J]. Cancer Cell Int, 2021, 21(1):7. DOI:10.1186/s12935-020-01644-7.

[25] Qi S, Xu L, Han Y, et al. miR-29a-3p mitigates the development of osteosarcoma through modulating IGF1 mediated PI3k/Akt/FOXO3 pathway by activating autophagy[J]. Cell Cycle, 2022, 21(18):1980-1995. DOI:10.1080/15384101.2022.2078614.

[26] 左佳, 常莉, 李硕, 等. miR-29a 调控肿瘤的侵袭迁移研究进展[J]. 国际遗传学杂志, 2021, 44(5):339-345. DOI:10.3760/cma.j.cn231536-20210112-00007.

Zuo J, Chang L, Li S, et al. Research progress of miR-29a regulating tumor invasion and migration[J]. Int J Genet, 2021, 44(5):339-345. DOI:10.3760/cma.j.cn231536-20210112-00007.

[27] Zhang SM, Cai WL, Liu X, et al. KDM5B promotes immune evasion by recruiting SETDB1 to silence retroelements[J]. Nature, 2021, 598(7882):682-687. DOI:10.1038/s41586-021-03994-2.

[28] 仇海军, 李玉明, 胡金朋. miR-29a-3p 靶向 KDM5B 调控肾透明细胞癌增殖和侵袭[J]. 中国癌症防治杂志, 2022, 14(5):496-502. DOI:10.3969/j.issn.1674-5671.2022.05.04.

Qiu HJ, Li YM, Hu JP. miR-29a-3p inhibits the proliferation and invasion of kidney renal clear cell carcinoma by regulating the expression of KDM5B[J]. Chin J Control Prev and Treat, 2022, 14(5):496-502. DOI:10.3969/j.issn.1674-5671.2022.05.04.

[29] 孙定军, 梁中书, 邢波, 等. LncRNA CRNDE 通过靶向 miR-29a-3p 对 ox-LDL 诱导的血管内皮细胞损伤的影响及其机制[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(20):4477-4482. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.20.041.

Sun DJ, Liang ZS, Xing B, et al. Effect and mechanism of LncRNA CRNDE on ox-LDL-induced vascular endothelial cell damage by targeting miR-29a-3p[J]. Chin J Gerontol, 2021, 41(20):4477-4482. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.20.041.

(收稿日期:2023-03-29)