

# 床旁肺部超声对心脏外科术后患者肺不张的诊断与治疗价值分析

王冀 周宏艳 杜雨 曹芳芳 张永辉 张海涛

中国医学科学院阜外医院心外科, 北京 100035

通信作者: 张海涛, Email: boy8672@163.com

**【摘要】目的** 探讨肺部超声对心脏外科术后患者肺不张诊断和治疗中的应用价值。**方法** 选取阜外医院 2017 年 4 月至 2018 年 4 月心血管外科术后 1 周内发生呼吸衰竭的 45 例患者进行临床研究, 其中男 27 例, 女 18 例, 平均年龄  $(47 \pm 5)$  岁。收集其术后肺部超声、胸部 CT 检查结果, 对比肺部超声检查和胸部 CT 两种诊断方式在肺不张诊断的一致性、疗效评估、时效性和安全性价值。两种诊断方式一致性采用 Kappa 一致性检验。**结果** 45 例患者确诊肺不张病区 87 个, 其中完全性肺不张 29 个, 不完全性肺不张 58 个。胸部 CT 检查明确肺不张征象者 44 例 (97.8%), 超声诊断为阳性者 42 例 (93.3%), 两种检查方法在肺不张诊断结果一致性良好 (Kappa 值为 0.741,  $P < 0.05$ )。肺不张疗效评估方面, 两种检查方式评估结果完全一致, 肺部超声可实时了解肺复张情况。肺复张治疗后超声检测显示 42 例患者总通气评分显著下降, 与治疗前差异有统计学意义 [分别为  $(18.3 \pm 3.6)$  分和  $(26.6 \pm 3.8)$  分,  $t = 10.229$ ,  $P < 0.05$ ]。两种检查手段安全性无明显差异, 床旁肺部超声检查耗时显著短于胸部 CT。**结论** 肺部超声在评估心血管外科术后肺不张的准确性与胸部 CT 一致性良好, 动态监测肺部状况并指导肺复张治疗, 通过肺部通气评分变化来评估肺复张效果, 检查耗时短, 值得推广。

**【关键词】** 心脏外科手术; 肺部超声; 肺不张; 诊断

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.03.012

## Diagnosis and treatment value of bedside pulmonary ultrasound for atelectasis in patients after cardiac surgery

Wang Ji, Zhou Hongyan, Du Yu, Cao Fangfang, Zhang Yonghui, Zhang Haitao

Department of Cardiovascular Surgery, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100035, China

Corresponding author: Zhang Haitao, Email: boy8672@163.com

**【Abstract】Objective** To investigate the value of bedside pulmonary ultrasound in the diagnosis and treatment of atelectasis in patients after cardiac surgery. **Methods** A total of 45 patients developed respiratory failure within 1 week after cardiovascular surgery from April 2017 to April 2018 were enrolled in this study. Among them, 27 were male and 18 were female, mean age was  $(47 \pm 5)$  years. The postoperative pulmonary ultrasound and chest CT findings were collected, and the consistency, efficacy evaluation, timeliness and safety value of pulmonary ultrasound and chest CT diagnosis were compared. The consistency of the two diagnostic methods was checked based on the Kappa consistency test. **Results** A total of 87 foci of atelectasis were diagnosed in 45 patients, including 29 foci of complete atelectasis and 58 foci of incomplete atelectasis. Thoracic CT examination confirmed 44 cases of atelectasis (positive rate 97.8%), and 42 cases (93.3%) were found with atelectasis with ultrasound test. The two methods were consistent in the diagnosis of atelectasis (Kappa value was 0.741,  $P < 0.05$ ). In the evaluation of the atelectasis, the results of the two examination methods were completely consistent, and the pulmonary ultrasound could check the lung recruitment in real time. Ultrasound examination after lung recruitment showed that the total ventilation score of 42 patients decreased significantly when compared with that before treatment ( $(18.3 \pm 3.6)$  vs  $(26.6 \pm 3.8)$ ,  $t = 10.229$ ,  $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the safety between the two examination methods. The time the bedside pulmonary ultrasound used was significantly shorter than that in the chest CT. **Conclusions** The accuracy of bedside pulmonary ultrasound in assessing atelectasis after cardiovascular surgery is consistent with chest CT, it brings dynamic monitoring of lung status and assessment of lung

recruitment by changes in lung ventilation scores. The inspection takes a short time and is worth promoting.

**【Key words】** Cardiac surgery; Bedside lung ultrasound; Atelectasis; Diagnosis

DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.03.012

肺不张是心脏外科手术患者较为常见的并发症之一,也是诱发术后肺部感染的危险因素,其不仅延长了治疗时间、增加了经济压力,严重者还会威胁到患者生命。尽早诊断是有效治疗的关键,但在临床治疗中,心脏外科患者术后肺不张多基于典型症状和X线检查进行评估,诊断的敏感度明显低于胸部CT扫描,因此误诊、漏诊率较高<sup>[1-2]</sup>。胸部CT是肺不张/肺实变诊断的金标准,但心脏术后早期患者病情尚未稳定,频繁的转运会增加不良预后的风险<sup>[3]</sup>。近年来,床旁肺部超声逐渐成为危重症外科治疗患者肺部并发症评估的主要手段,可避免患者院内转运,减少并发症的发生。本研究对比肺部超声与胸部CT在肺不张诊断的一致性,探究其在外科术后肺不张治疗中的应用价值。

## 对象与方法

### 一、一般资料

选取2017年4月至2018年4月阜外医院收治的行心脏外科手术1周内继发呼吸衰竭的45例患者作为研究对象,其中男27例,女18例,年龄32~67岁,平均(47±5)岁;手术方式:体外循环瓣膜置换术29例,冠脉旁路移植术11例,经心尖穿刺主动脉瓣膜置换术2例,主动脉夹层/大血管病变手术3例。

### 二、纳入和排除标准

纳入标准:均行心脏手术治疗后发生呼吸衰竭患者,经肺部超声检查、胸部CT,两项检查间隔时间<24 h;标准大气压或静息状态下,动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)<60 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),或存在动

脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)>50 mmHg;机械通气是氧合指数(PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>)≤200 mmHg<sup>[4-5]</sup>;对本研究知情且自愿参与临床研究者;可耐受院内转运检查诊断患者。排除标准:伴有血流动力学不稳定,影响转运检查者;无法同时开展胸部CT和肺部超声检查者;存在胸廓畸形、手术创口敷料影响超声成像者。

### 三、研究方法

1. 检查方法:(1)肺部超声检查:均使用肺部超声方案检查,肺部超声设备由荷兰飞利浦公司提供的型号为Pureview cx50的肺部超声心动图设备。肺部超声检查在胸部CT检查前后10 min内完成。(2)胸部CT检查:CT扫描使用德国Siemens公司生产的64排多层螺旋CT设备,参数:150~350 mAs, 120 kV,螺距为1.5 mm,层厚5 mm;高分辨率薄层CT扫描螺距10 mm,层厚1 mm;螺距20 mm,层厚2 mm。于标准肺窗位-700 Hu,窗宽1 500 Hu下观察。获取的CT影像资料均传到影像工作站(Phillips, 64位)分析,再由至少2名资深(工作时间≥10年)影像学医师阅片。

2. 肺不张治疗:确诊为肺不张者,采用体位改变、调节呼吸机气末正压通气(PEEP)参数、吸痰、胸腔引流及肺复张手法进行治疗,同时静脉给予抗生素治疗。

3. 疗效判定标准:肺部超声检查肺不张的标准<sup>[6]</sup>;共有3个征象:(1)组织样征象:肺部有类似肝脏样组织结构;(2)碎片征象:胸膜下产生的块状组织样图像;(3)支气管充气征(图1)。

4. 观察指标:记录肺部超声判定的术后肺不张的情况,以胸部CT检查为金标准,分析肺部超声检查与“金标准”诊断的一致性。肺部超声评估肺复

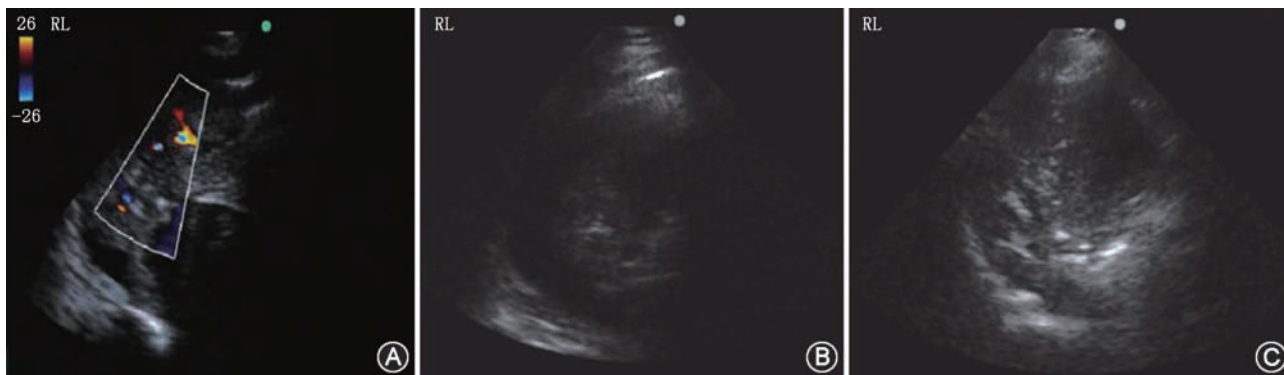


图1 超声检查肺不张3种征象:A为组织样征象;B为碎片征象;C为支气管充气征

张效果,于治疗前、拔管后采用 12 区超声检查法,以胸骨角平面和人体中轴平面将胸部分为 4 个区;然后以腋前线、腋后线将每个区又细分为前区、中区和后区。于呼气末对 12 个区域进行检查,分 3 个步骤:第 1 步,患者取仰卧位扫查区域为前胸壁 4 区;第 2 步,仰卧位,扫查区域扩展到侧胸壁,再由侧胸壁扫查中层肺野;第 3 步,抬高受检者同侧躯体扫查背部肺野(图 2)。评分标准<sup>[7]</sup>:(1)正常通气区域,有肺滑动征、A 线以及孤立 B 线(<3 根),则标记为 N;(2)肺部通气轻度减少/中度非组织失气化:≥3 根 B 线边界清晰、分布规律,间距均≥7 mm;或不规律,间隔清晰,标记为 B1;(3)肺部通气重度减少/重度肺组织失气化:呈弥散分布且间距≤3 mm 且连续融合的 B 线,标记为 B2;(4)肺不张/肺实变:出现组织样征象、碎片征象、支气管充气征象,记为 C,提示实变;(5)肺不张伴胸腔积液,记为 C/P。N,0 分;B1 为 1 分,B2 为 2 分,C、C/P 为 3 分,比较治疗前后肺部通气总评分变化。

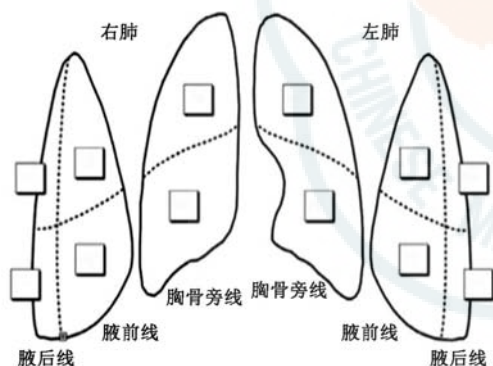


图 2 肺部超声 12 分区法扫查区域图

#### 四、统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行数据处理,计数资料用 % 表示,组间比较用  $\chi^2$  检验,计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,符合正态分布数据组间用独立样本  $t$  检验,不符合正态分布数据用非参数检验;两种诊断方式一致性采用 Kappa 一致性检验,Kappa 取值范围在 0~1,≥0.6 则表示两种诊断方式的一致性良好。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

#### 一、胸部 CT 检查

45 例患者确诊肺不张病区 87 个,其中完全性肺不张 29 个(33.3%),不

完全性肺不张 58 个(66.7%)。胸部 CT 检查,明确肺不张征象者 44 例,阳性率为 97.8%(44/45),肺不张病区 85 个:右肺下叶背段占 3.3%(29/87),后外侧基底段 11.5%(10/87),后基底段 8.1%(7/87);左肺中下叶背段 36.8%(32/87),后基底段 10.3%(9/87)。

#### 二、肺部超声与胸部 CT 诊断的一致性

超声评估结果显示,肺不张诊断结果为阳性者 42 例(93.3%),为阴性者 3 例,阴性的 3 例患者行胸部 CT 检查,结果显示 2 例为阳性,1 例为阴性。肺部超声相较于 CT 检查的敏感度为 95.45%,特异度为 100.0%,准确率为 97.93%。一致性检验显示,Kappa 值为 0.741, $P < 0.05$ ,表示肺部超声与胸部 CT 检查的一致性良好。

#### 三、超声在肺不张疗效评估的价值

胸部 CT 检查显示,肺复张治疗 1 d 时 58 个不完全性肺不张病区均复张;29 个完全性肺不张治疗 1 d 时明显复张 21 个区,7 个区治疗 3 d 时复张,1 个区未获复张。肺部超声动态监测显示,不完全性肺不张病区在治疗后有 43 个区即可获得基本复张,11 个区 1 h 内基本复张,4 个区延期 1 d 内基本复张;29 个区完全性肺不张治疗后 1 h 内明显复张 9 个区,延期 1 d 后明显复张者 12 个区,延期 3 d 明显复张 7 个区,1 个区未获得复张(图 3)。

#### 四、肺复张前后肺部超声评估肺部通气总评分变化

治疗后 12 分区的超声评分(左肺和右肺)、总通气评分均明显下降,差异有统计学意义( $t=4.473$ 、 $6.479$ 、 $10.229$ ,均  $P < 0.05$ )(表 1)。因超声评估阳性患者为 42 例,因此仅对比该 42 例患者治疗效果。

#### 五、两种检查方式耗时及相关并发症情况

肺部超声检查平均耗时为(5.1±1.5) min,胸部 CT 检查为(26.3±7.1) min,差异有统计学意义( $t=28.465$ , $P < 0.05$ );肺部超声检查期间 4 例,其中呼吸

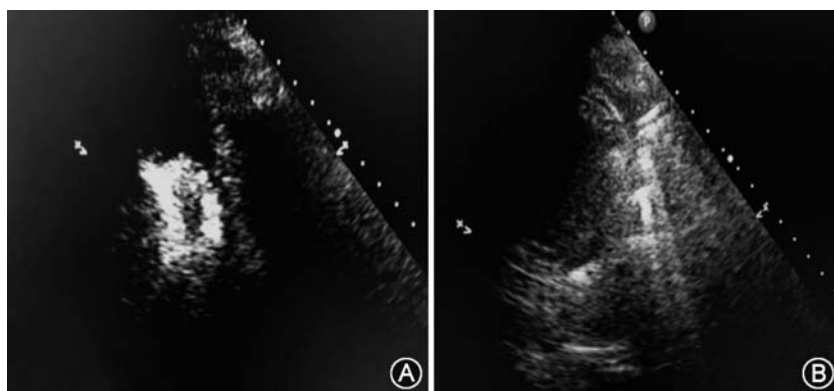


图 3 肺不张治疗前后超声图像:A 显示左下肺肺不张;B 显示治疗后大部肺组织复张

表1 肺复张前后超声评估肺部通气评分变化( $\bar{x} \pm s$ , 分)

时间	例数	左肺	右肺	总通气评分
治疗前	42	13.0±4.5	14.4±4.2	26.6±3.8
治疗后	42	9.3±2.9	9.3±3.0	18.3±3.6
<i>t</i> 值		4.473	6.479	10.229
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000

机导管脱落 2 例, 输液管脱落 1 例, 一过性心动过速 1 例, 发生率为 8.9%; 胸部 CT 检查期间 9 例, 其中呼吸机导管脱落 2 例, 输液管脱落 2 例, 血氧饱和度下降 4 例, 一过性心动过速 1 例, 发生率为 20.0%, 差异无统计学意义( $\chi^2=2.248, P=0.134$ )。

## 讨 论

肺不张是肺泡内气体丢失, 肺泡萎陷导致肺脏体积缩小的一种病理性改变; 肺实质是肺泡腔内积聚大量浆液, 肺泡含气量减少、肺实质致密化的病理性变化, 但肺容积未减小。该两种病理变化会导致受累肺组织气体交换功能受损, 造成肺内分流引发低氧血症等严重并发症<sup>[7-8]</sup>。机械通气的多发伤患者并发肺实变、肺不张较为多见, 有报告显示全身麻醉气管插管机械通气后, 肺不张发生率高达 87.5%<sup>[9]</sup>。对于心脏外科手术治疗患者而言, 需要长时间进行机械通气治疗, 术中保持仰卧位长时间不变, 血液稀释、组织中水分占比增多都会造成肺脏的上叶后段、下叶背段以及后基底段痰液、组织液坠积, 引发肺不张/肺实变<sup>[10]</sup>。肺不张不仅会导致心脏术后患者撤机呼吸困难, 还会增加肺部感染的风险, 因此早期诊断能够指导临床进行肺复张治疗, 提升手术预后效果。

目前, 临床上诊断肺不张的金标准为胸部 CT<sup>[11]</sup>, 但该种检查手段需要对患者进行院内转运, 而对于重症患者而言频繁转运会提高心血管不良事件发生风险。鉴于此, 尽量减少危重症患者转运, 使用操作简单、高效的诊断方式, 能够显著提升患者治疗的有效性和安全性。本研究选取行心脏外科术后伴呼吸衰竭患者 45 例, 行胸部 CT 检查显示 44 例结果呈阳性, 诊断准确率为 97.78%, 与 Flechsig<sup>[12]</sup>等的结果基本一致。综合诊断结果显示 45 例患者肺不张病区 87 个, 完全性肺不张 29 个, 不完全性肺不张 58 个, 主要集中在双肺下叶背段、后基底段以及右肺后外侧基底段。从表 2 的结果来看, 肺部超声评估于胸部 CT 相比诊断的敏感度为 95.45%, 特异度为 100.0%, 准确度高达 97.93%,

两种诊断方式的一致性良好(Kappa 值为 0.741)。研究中有 3 例 BLUE 诊断为阴性, 其中 2 例为肺组织严重水肿, 1 例创面敷料覆盖影响成像, 也从侧面反映肺部超声临床应用也存在其限制。有研究表明<sup>[13-14]</sup>, 肺不张病区位于下叶时较为容易探查, 而当病区仅局限于肺段甚至更小的范围中需要探头和胸壁紧贴方可探查, 而若病区在上中叶位置, 则受强烈回声干扰而无法探查。此外, 影像科医师的操作水平也是造成诊断结果差异的一大原因。

肺部超声不仅能够作为心脏术后肺不张的诊断方法, 还能够对肺复张效果进行评估, 本研究中 45 例患者肺不张区共 87 个, 其中 58 个不完全性肺不张治疗后 1 d 内均复张; 29 个完全性肺不张治疗 3 d 后, 仅有 1 个病区未复张采用其他方式治疗。肺部超声检查和胸部 CT 诊断的结果完全一致, 区别在于肺部超声检查能够实时掌握患者肺复张情况, 再结合双肺通气状况来对治疗效果进行评估, 提升治疗的及时性和有效性<sup>[15]</sup>。研究中采用常规 12 分区法评估治疗效果, 结果显示治疗 3 d 后患者双侧肺通气评分和总通气评分均明显下降, 与 Monastesse<sup>[16]</sup>的实验结果基本一致。

Liu<sup>[17]</sup>等研究发现, 超声在急危重症患者全身各个部位病变的快速检查中均具有操作简单、重复性强、安全无放射性的优点。但是相较于胸部 CT 诊断还具有检查耗时短的优势, 本研究比较了两种检查方式的平均耗时, 发现肺部超声方式仪器准备大约耗时 1 min, 检查用时在 3~5 min, 总体耗时约 5 min 便可获取供临床诊断的影像资料。胸部 CT 由于需要转运、扫描、图像处理等平均耗时在 26 min 左右, 与此同时床旁超声由于所有操作均在床旁进行, 因此患者出现不良事件的概率较低, 总体发生率仅为 8.89%。对于危重症患者而言检查耗时越短患者抢救的成功率会越高, 检查步骤越简化则出现不良事件发生率则越低。

综上所述, 肺部超声应用于心脏外科术后肺不张中的诊断准确率较高, 诊断敏感度、特异度与胸部 CT 一致性良好, 同时能够指导肺复张治疗方法的选择和治疗效果的评估, 值得推广。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 高冬. 心脏外科术后患者使用膨肺吸痰法的研究进展[J]. 现代临床护理, 2017, 16(3):72-75.DOI:CNKI:SUN:XDLH.0.

- 2017-03-021.
- [2] 何道易, 李艳红, 尹小康, 等. 支气管镜治疗胸部外科手术术后肺不张和肺部感染的 Meta 分析[J]. 中国内镜杂志, 2017, 23(1):33-38. DOI:10.3969/j.issn.1007-1989.2017.01.007.
- [3] Perrone T, Maggi A, Sgarlata C, et al. Lung ultrasound in internal medicine: a bedside help to increase accuracy in the diagnosis of dyspnea[J]. Eur J Intern Med, 2017, 46: 61-65. DOI: 10.1016/j.ejim.2017.07.034.
- [4] Tabuchi Y, Morimoto Y, Yano Y, et al. Risk factors for post-operative respiratory failure and respiratory tract infections following cardiovascular surgery[J]. Kyobu Geka, 2017,70(13):1051-1062.
- [5] García-Alfonso L, Vollmer I, Benegas M, et al. Contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of rounded atelectasis: a case report[J]. Arch Bronconeumol, 2018,54(2):113-114. DOI: 10.1016/j.arbres.2017.05.010.
- [6] 康慧, 曹舸, 杨建, 等. 床旁肺部超声评估对心脏术后早期肺实变和肺不张的诊断准确性研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2017,24(2):162-165.
- [7] Song IK, Kim EH, Lee JH, et al. Effects of an alveolar recruitment manoeuvre guided by lung ultrasound on anaesthesia-induced atelectasis in infants: a randomised, controlled trial[J]. Anaesthesia, 2017, 72(2): 214-222. DOI: 10.1111/anae.13713.
- [8] Dominguez MC, Alvares BR. Pulmonary atelectasis in newborns with clinically treatable diseases who are on mechanical ventilation: clinical and radiological aspects[J]. Radiol Bras, 2018, 51(1):20-25. DOI: 10.1590/0100-3984.2016.0157.
- [9] Le Neindre A, Mongodi S, Philippart F, et al. Thoracic ultrasound: potential new tool for physiotherapists in respiratory management. A narrative review[J]. J Crit Care, 2016, 31(1): 101-109. DOI: 10.1016/j.jcrc.2015.10.014.
- [10] 杜欣欣, 杨春波, 潘鹏飞, 等. 经鼻高流量氧疗对改善成人心脏外科术后患者肺不张疗效的 Meta 分析[J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(8): 748-753. DOI: 10.3760 / cma. j. issn.2095-4352.2018.08.007.
- [11] 褚春香. X 线与 CT 在胸部外伤中诊断价值的探讨[J]. 安徽医学, 2015, (9):1134-1135. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2015.09.029.
- [12] Flechsig P, Rastgoo R, Kratochwil C, et al. Impact of computer-aided CT and PET analysis on non-invasive T staging in patients with lung cancer and atelectasis[J]. Mol Imaging Biol, 2018, 20(6):1044-1052. DOI: 10.1007/s11307-018-1196-9.
- [13] 雷志镛, 蒋天安, 楼军, 等. 超声造影在中央型肺癌伴肺不张中的应用价值[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2018,15(3): 204-208. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2018.03.008.
- [14] Pivetta E, Goffi A, Lupia E, et al. Lung ultrasound-implemented diagnosis of acute decompensated heart failure in the ED: a SIMEU multicenter study[J]. Chest, 2015,148(1): 202-210. DOI: 10.1378/chest.14-2608.
- [15] Sharma RK, Talwar D, Gupta SK, et al. Idiopathic dilatation of pulmonary artery[J]. Lung India, 2016, 33(6): 675-677. DOI: 10.4103/0970-2113.192869.
- [16] Monastesse A, Girard F, Massicotte N, et al. Lung ultrasonography for the assessment of perioperative atelectasis: a pilot feasibility study[J]. Anesth Analg, 2017,124(2):494-504. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001603.
- [17] Liu J, Chen SW, Liu F, et al. The diagnosis of neonatal pulmonary atelectasis using lung ultrasonography[J]. Chest, 2015,147(4):1013-1019. DOI: 10.1378/chest.14-1306.

(收稿日期:2019-06-09)

(本文编辑:霍永丰)

·读者·作者·编者·

## 关于一稿两投和一稿两用问题处理的声明

为维护中华医学杂志的声誉和广大读者的利益,根据中华医学会杂志社的统一要求,中华医学杂志编辑委员会就一稿两投和一稿两用问题的处理声明如下。

1. 一稿两投和一稿两用的认定:凡属原始研究的报告,同语种一式两份投寄不同的杂志,或主要数据和图表相同、只是文字表达可能存在某些不同之处的两篇文稿,分别投寄不同的杂志,属一稿两投;一经为两个杂志刊用,则为一稿两用。会议纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿分别投寄不同的杂志,以及在一种杂志发表过摘要而将全文投向另一种杂志,不属一稿两投。但作者若要重复投稿,应向有关杂志编辑部作出说明。

2. 作者在接到收稿回执后满 2 个月未接到退稿通知,表明稿件仍在处理中,若欲投他刊,应先与本刊编辑部联系。

3. 编辑部认为文稿有一稿两投或两用嫌疑时,应认真收集有关资料并仔细核对后再通知作者,在作出处理决定前请作者就此问题作出解释。编辑部与作者双方意见发生分歧时,由上级主管部门或有关权威机构进行最后仲裁。

4. 一稿两投一经证实,则立即退稿,对该作者作为第一作者所撰写的论文,2 年内将拒绝在本刊发表;一稿两用一经证实,将择期在杂志中刊出作者姓名、单位以及该论文系重复发表的通告,对该作者作为第一作者所撰写的论文,2 年内将拒绝在中华医学会系列杂志发表。本刊还将就此事件向作者所在单位和该领域内的其他科技期刊进行通报。