

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2018.31.008

肺部超声与 CT 在儿童社区获得性肺炎中的对比研究*

鲁 佺^{1,2}, 肖贞良^{1△}, 金 梅², 鲁正荣², 赖 华², 樊映红², 王 莉², 夏万敏²

(1. 西南医科大学临床医学院研究生院, 四川泸州 646000; 2. 重庆医科大学附属成都市妇女儿童中心医院, 成都 610019)

[摘要] **目的** 探讨肺部超声(LUS)对儿童社区获得性肺炎(CAP)的诊断价值及其与胸部 X 线(CXR)、电子计算机断层扫描(CT)的影像学差异。**方法** 选择 2014 年 5 月至 2016 年 8 月在成都市妇女儿童中心医院初诊为 CAP 的住院患者,在 48 h 内进行 LUS、胸部 CT 和 CXR 检查,根据实变、间质改变和胸膜线异常、胸腔积液、支气管征等影像学特征,以 CT 作为“金标准”,评估 LUS 诊断 CAP 的敏感度、特异度、阳性预测值及阴性预测值,并与 CXR 比较。**结果** 180 例患者纳入本研究,其中 105 例(58.33%)因临床需要经 CT 检查并诊断为 CAP。LUS 检测到胸膜线异常并出现 B-线或发现肺实变时诊断 CAP 的敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 96.19%(101/105)、100.00%(75/75)、100.00%(101/101)和 94.94%(75/79);CXR 为 92.38%(97/105)、100.00%(75/75)、100.00%(97/97)和 90.36%(75/83),LUS 敏感度高于 CXR,但差异无统计学意义($\chi^2=1.414, P=0.234$)。LUS 与 CT 诊断一致性较好(Kappa=0.955, $P<0.01$)。**结论** LUS 是诊断 CAP 的可靠工具,其敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值与 CT 接近。

[关键词] 肺炎;超声检查;体层摄影术,X 线计算机;胸部 X 射线普查**[中图分类号]** R445.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)31-3994-04

Comparative study of lung ultrasound and CT in children with community acquired pneumonia*

LU Yi^{1,2}, XIAO Zhenliang^{1△}, JIN Mei², LU Zhengrong², LAI Hua²,
FAN Yinghong², WANG Li², XIA Wanmin²(1. Graduate School of Clinical Medicine, Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan 646000, China;
2. Chengdu Women's and Children's Central Hospital Affiliated to Chongqing Medical University, Chengdu, Sichuan 610019, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the diagnostic value of lung ultrasound (LUS) in children with community acquired pneumonia (CAP), and to compare the imaging differences among LUS, chest X-ray (CXR), and computed tomography (CT). **Methods** From May 2014 to August 2016, the patients who were diagnosed with CAP in the department of respiratory of Chengdu Women's and Children's Central Hospital were examined by LUS, CT and CXR within 48 hours, according to consolidation, interstitial changes, pleural line, pleural effusion and bronchial signs, taking CT as the “gold standard”, evaluated the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of LUS for CAP diagnosis, and compared with CXR. **Results** A total of 180 patients were collected, 105 cases (58.33%) were diagnosed with CAP due to CT examination. The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of LUS were respectively 96.19% (101/105), 100.00% (75/75), 100.00% (101/101) and 94.94% (75/79); which of CXR were respectively 92.38% (97/105), 100.00% (75/75), 100.00% (97/97) and 70.36% (75/83), the sensitivity of LUS was higher than that of CXR, but there was no statistically significant difference ($\chi^2 = 1.414, P = 0.234$). LUS had good diagnostic consistency with CT (Kappa=0.955, $P<0.01$). **Conclusion** LUS is a reliable tool for diagnosis with CAP, the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value are close to CT.

[Key words] pneumonia; ultrasonography; tomography, X-ray computed; mass chest X-ray

社区获得性肺炎(CAP)是危害人类健康的严重问题。WHO 最新公布信息表明下呼吸道感染仍然是

最致命的感染性疾病,2015 年在全世界造成 320 万人死亡^[1]。有研究表明,及时对肺炎患者进行抗生素治

疗可改善预后^[2],因此尽早获取 CAP 诊断的临床证据至关重要。肺部超声(LUS)作为一种非侵入性的、无射线伤害的床旁检测工具被一些研究用于成人和儿童的 CAP 诊断^[3-4]。有研究认为 LUS 可替代胸部 X 线(CXR)甚至胸部 CT 辅助诊断 CAP^[5]。目前有关 LUS 诊断 CAP 的研究中大多以 CXR 证实,或者在临床疑似 CAP 的病例中进行,在 CT 基础上诊断 CAP 进行 LUS 诊断价值的研究不多,因此本研究以此为目标,以胸部 CT 为“金标准”评估 LUS 和 CXR 的诊断准确性,并比较 LUS 和 CXR 的影像学特征。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2014 年 5 月至 2016 年 8 月在成都市妇女儿童中心医院呼吸科参照文献^[6]初诊为 CAP 的患者,进行了前瞻性诊断性研究。患者的临床表现可有发热、咳嗽、呼吸增快、呼吸困难、胸壁吸气性凹陷、肺部湿性啰音和管状呼吸音等。应用 LUS 检查的有 669 例,其中因临床需要进行了 CT 检查的有 229 例。入组标准:(1)在 48 h 内均同时完成 CXR 和 LUS 检查;(2)CT、LUS 及 CXR 检查者采用盲法,即检查者均不知道患者临床表现,也不知道相互检查结果,并承诺互不询问对方的检查结果。排除标准:(1)严重免疫抑制;(2)CT、LUS 和 CXR 检查超过 48 h 及检查者已知其结果者;(3)新生儿。最终 180 例患者纳入本研究,其中男 93 例,女 87 例;年龄 1~180 个月,平均(40.00±39.49)个月。180 例患者中 105 例诊断为 CAP(CAP 组),男 54 例,女 51 例;年龄(37.53±37.35)个月。非 CAP 组 75 例(急性支气管炎 67 例、肺脓肿 1 例、哮喘 6 例、囊腺瘤伴感染 1 例),男 39 例,女 36 例;年龄(42.47±41.64)个月。两组患儿性别、年龄比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 CXR 检查 采用 GE 数字平板 X 线摄影系统(Definium 6000),摄影体位:常规正侧位(小儿采用仰卧前后位及右侧卧位)。

1.2.2 CT 检查 德国西门子 X 线电子计算机断层扫描装置 SOMATOM Definition AS,摄影体位:在安静状态下取仰卧位。CXR 和 CT 均由专业放射科医师出具报告。

1.2.3 LUS 检查 Philips CX50 超声诊断仪探头 L12-3,探头频率 3~12 MHz,患儿在安静状态下取仰卧位及俯卧位(必要时行坐位及侧位以充分暴露胸壁),在每侧胸壁以胸骨旁线、腋前线、腋后线及双乳头连线分为左右前上、前下、腋上、腋下、左右后上、后下共分 12 区,探头从第 2 肋间隙开始,从上至下,从左向右,沿肋间隙横向扫查,再旋转探头 90°,纵向扫查,检查时间为 8~15 min。观察指标:胸膜线、A-线、B-线、支气管征、肺实变、胸腔积液、肺滑动征等。根据既往研究,LUS 的影像学表现制订如下标准:“正

常”为 A-线的存在、正常的肺滑动和无其他异常发现;“间质性改变”为每个成像区域存在大于或等于 3 条 B-线;“实变”为具有或不具有充气支气管征的非充气肺;“胸膜线异常”为胸膜线的增厚(>2 mm),模糊、不规则、中断和消失;“胸腔积液”定义为在胸膜腔内存在宽度大于 3 mm 的液体;“其他”为不能归入任何指定类别的异常^[7-8]。CXR/CT 影像主要分为正常、实变、间质改变(如磨玻璃样变)、胸腔积液和其他。

1.2.4 评价标准 LUS、CXR/CT 若发现实变和间质变共存的情况记为实变。诊断性能以灵敏度、特异度、阳性及阴性预测值进行评价。计算公式如下:

$$\text{灵敏度} = \text{真阳性} / (\text{真阳性} + \text{假阴性}) \quad (1)$$

$$\text{特异度} = \text{真阴性} / (\text{真阴性} + \text{假阳性}) \quad (2)$$

$$\text{阳性预测值} = \text{真阳性} / (\text{真阳性} + \text{假阳性}) \quad (3)$$

$$\text{阴性预测值} = \text{真阴性} / (\text{真阴性} + \text{假阴性}) \quad (4)$$

1.3 统计学处理 采用 SPSS21 统计软件进行统计分析。正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,类别变量以数值及百分比表示。类别变量采用 χ^2 检验,检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 LUS 的检查结果 180 例患者中 105 例为 CT 确诊为 CAP(58.33%),75 例诊断为非 CAP 的其他下呼吸道感染(41.67%)。LUS 检查的肺实变征象在 CAP 组和非 CAP 组间比较,差异有统计学意义($P<0.01$);肺泡间质综合征(AIS)征象两组比较,差异无统计学意义($P>0.05$);胸膜线异常征象两组比较,差异有统计学意义($P=0.026$),见表 1。

表 1 LUS 的检查结果[n(%)]

LUS 检查	CAP 组 (n=105)	非 CAP 组 (n=75)	P
肺实变	77(73.33)	0	<0.01
AIS	9(8.57)	15(20.00)	>0.05
胸膜线异常	57(54.28)	0	<0.01
胸膜线异常+B-线/肺实变	101(96.2)	0	<0.01

2.2 CAP 患者不同影像学特征结果比较 LUS 以胸膜线异常+B-线/肺实变的方式诊断 CAP 有较高灵敏度(96.19%)和特异度(100.00%)。LUS 灵敏度高于 CXR(92.38%),但二者比较差异无统计学意义($\chi^2=1.414, P=0.234$)。LUS 与 CT 诊断一致性较好(Kappa=0.955, $P<0.01$),见表 2。

2.3 CAP 组患者的 CT、LUS 和 CXR 影像学特征比较 在 CAP 组患者中,肺实变、间质改变、胸腔积液及肺不张 3 种检查结果比较,差异无统计学意义($P>0.05$);胸膜线异常、支气管征和淋巴结肿大 3 种方法检查结果比较,差异有统计学意义($P<0.05$);CT 检查支气管扩张 4 例、支气管/血管畸形 9 例,LUS 和 CXR 检查均未发现,见表 3。

表 2 CAP 患者不同影像学特征结果比较

方法	结果	CT 检查[n(%)]		灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)
		阳性(n=105)	阴性(n=75)				
LUS	肺实变	真阳性 77(73.33)	假阳性 0	73.33	100.00	100.00	72.81
	间质改变	假阴性 28(26.67)	真阴性 75(100.00)				
	间质改变	真阳性 9(8.57)	假阳性 15(20)	8.57	80.00	37.50	38.46
	胸膜线异常	假阴性 96(91.43)	真阴性 60(80.00)				
	胸膜线异常	真阳性 57(54.28)	假阳性 0	54.28	100.00	100.00	60.98
	胸膜线异常+B-线/实变	假阴性 48(45.71)	真阴性 75(100.00)				
	胸膜线异常+B-线/实变	真阳性 101(96.19)	假阳性 0	96.19	100.00	100.00	94.94
		假阴性 4(3.81)	真阴性 75(100.00)				
CXR	肺实变	真阳性 97(92.40)	假阳性 0	92.38	100.00	100.00	90.36
	间质改变	假阴性 8(7.60)	真阴性 75(100.00)				

表 3 CAP 组患者 3 种影像学检查特征比较[n(%), n=105]

影像学表现	CT	LUS	CXR	χ^2	P
肺实变	84(80.00)	77(73.33)	67(63.80)	2.210	0.137
间质改变	21(20.00)	9(8.57)	11(10.47)	0.221	0.638
胸膜线异常	5(4.76)	57(54.28)	0	78.235	0.000
胸腔积液	19(18.10)	14(13.33)	7(6.67)	2.593	0.107
支气管征	16(15.24)	35(33.33)	2(1.90)	40.377	0.000
肺不张	10(9.52)	10(9.52)	4(3.81)	2.755	0.165
支气管扩张	4(3.81)	0	0		
淋巴结肿大	11(10.48)	0	6(5.71)	6.176	0.029
支气管/血管畸形	9(8.57)	0	0		

3 讨论

下呼吸道感染仍是最常见的感染性疾病,是低收入国家的第一位死亡原因^[1]。有研究表明肺炎患者入院后 4 h 以内进行抗生素管理可降低病死率^[2]。因此,能否早期准确地诊断 CAP 至关重要。CXR 常作为肺炎的初筛手段,但有研究指出 CXR 有助于发现肺实变,也常有误诊,其诊断准确率低于 CT,在急诊科 CXR 的假阳性和假阴性率高达 30%^[9]。CT 被认为是 CAP 诊断的“金标准”,但其因为价格昂贵、不便搬动及高于 CXR 的射线暴露在日常诊疗中受到限制^[10]。孕妇及儿童通常被认为应尽可能地避免接受放射性检查,对他们而言 CT 和 CXR 并不是一种安全的检查方式^[11]。LUS 作为一个无射线伤害的简单易重复的工具,近年来被一些研究发现用于诊断 CAP,与 CXR 同样可靠^[12]。

LUS 下肺炎的典型征象主要是肺实变和 AIS^[5],多数研究使用这两种征象诊断 CAP。本研究发现 LUS 实变诊断 CAP 的灵敏度、特异度分别为 73.33% (77/105)、100.00% (75/75),有很高的特异度。本研

究还发现 LUS 间质改变诊断 CAP 的灵敏度、特异度分别为 8.57% (9/105)、80.00% (60/75),且 AIS 在 CAP 组和非 CAP 组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。PARLAMENTO 等^[13]以 CT 为“金标准”,发现肺炎患者中 68.8% 的患者出现 AIS,而 CT 阴性的患者中亦有 29.4% 可见 AIS。由于上述情况,一些学者甚至忽略对其进行研究,仅考虑有肺实变的情况^[14],但是一项研究以高分辨 CT (HRCT) 为“金标准”,发现间质性肺病在 LUS 上的 B-线数量有明显差异 ($P < 0.01$),LUS 与 HRCT 对于间质性肺病的诊断符合率达到 88%^[15],证明了 B-线在间质性肺病中的价值。本研究认为虽然 B-线对于间质性病变存在一定价值,但不宜单独用于诊断 CAP,而抛弃间质性肺炎仅考虑实变情况是不可取的。研究中发现胸膜线在肺部病变时发现异常,且非 CAP 组中未出现异常,胸膜线异常对 CAP 的特异度高达 100%。有文献报道诊断 CAP 的 AIS 灵敏度为 38.4%,特异度为 95.5%,胸膜线异常灵敏度为 39.3%,特异度为 98.5%^[16],与本研究相似。本研究联合 B-线和胸膜线异常后发现 LUS 灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 96.19% (101/105)、100.00% (75/75)、100.00% (101/101) 和 94.94% (75/79),灵敏度优于肺实变的 73.33% (77/105),且灵敏度高于 CXR,分别为 96.19% (101/105) 和 92.38% (97/105),但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。一项有关 LUS 对儿童 CAP 诊断的 Meta 分析中得出灵敏度为 96% (95% CI: 94%~97%),特异度为 93% (95% CI: 90%~96%)^[4],本研究得出相似结果。LUS 对于 CAP 拥有较高的诊断价值,且与 CT 的诊断一致性较好 ($Kappa = 0.955, P < 0.01$),但相比需要到检查室排队检查的 CT 和 CXR 相比,ICU 医师可利用小型超声设备进行床旁 LUS 检查,检查时间为 10~15 min,能够极大地缩短检查时间,并可避免患者搬运和辐射带来的风险。

LUS 也有不足之处,与 CT 相比,LUS 缺乏直观的影像学表现,本研究发现 1 例囊腺瘤伴感染病例,LUS 不能直观地表现出此类复杂情况的图像,而 CXR 及 CT 均能准确判断。在实际操作中 LUS 也会受肋骨遮挡影响观察及病灶远离胸膜难以检测的问题,有研究表明,约 8% 的肺部病变(未临近胸膜或位于解剖结构下方)超声难以探测^[17-18]。本研究局限于儿童患者,缺乏对成人的效果评价及比较。尽管存在上述局限,床旁 LUS 检查提供实时、低成本、快速图像的能力可以补充床旁诊断手段局限的不足,在医疗资源有限的地区及避免射线暴露的人群可能具有特殊的价值,也是限制电离辐射暴露的技术。

综上所述,LUS 是诊断 CAP 的可靠工具,其灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值与 CT 接近,与 CT 有较好的诊断一致性。

参考文献

- [1] WHO. Global health estimates 2016: death by cause, age, sex, by country and by region, 2000-2016 [EB/OL]. (2017-05-24)[2017-10-06]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/zh>.
- [2] HOUCK P M, BRATZLER D W, NSA W, et al. Timing of antibiotic administration and outcomes for medicare patients hospitalized with community-acquired pneumonia [J]. Arch Intern Med, 2004, 164(6): 637-644.
- [3] LONG L, ZHAO H T, ZHANG Z Y, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(3): e5713
- [4] PEREDA M A, CHAVEZ M A, HOOPER-MIELE C C, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis [J]. Pediatrics, 2015, 135(4): 714-722.
- [5] 曾学英,尹万红,康焰. 肺部超声在肺炎诊断中的应用 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2017, 40(2): 158-160.
- [6] 中华医学会儿科学分会呼吸学组. 儿童社区获得性肺炎管理指南(试行) [J]. 中华儿科杂志, 2007, 45(2): 83-90.
- [7] 鲁正荣,王莉,金梅. 儿童社区获得性肺炎肺部超声波检查的声像图特征分析 [J]. 中国小儿急救医学, 2017, 24(9): 680-683.
- [8] AMBROGGIO L, SUCHAREW H, RATTAN M S, et al.

Lung ultrasonography: a viable alternative to chest radiography in children with suspected pneumonia? [J]. J Pediatr, 2016, 176(1): 93-98.

- [9] CLAESSENS Y E, DEBRAY M P, TUBACH F, et al. Early chest computed tomography scan to assist diagnosis and guide treatment decision for suspected community-acquired pneumonia [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2015, 192(8): 974-982.
- [10] CHAVEZ M A, SHAMS N, ELLINGTON L E, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Respir Res, 2014, 15(1): 50-58.
- [11] 龚瑞富. 探讨医用放射线对妇女儿童的影响与防护 [J]. 中国妇幼卫生杂志, 2013(2): 141-142.
- [12] COPETTI R, CATTAROSSO L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children [J]. Radiol Med, 2008, 113(2): 190-198.
- [13] PARLAMENTO S, COPETTI R, BARTOLOMEO S D. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. [J]. Am J Emerg Med, 2009, 27(4): 379-384.
- [14] AMATO M D, REA G, CARNEVALE V. Assessment of thoracic ultrasound in complementary diagnosis and in follow up of community-acquired pneumonia (cap) [J]. BMC Med Imaging, 2017, 17(1): 52-60.
- [15] BARSKOVA T, GARGANI L, GUIDUCCI S, et al. Lung ultrasound for the screening of interstitial lung disease in very early systemic sclerosis [J]. Ann Rheum Dis, 2013, 72(3): 390-395.
- [16] LIU X, LIAN R, TAO Y, et al. Lung ultrasonography: an effective way to diagnose community-acquired pneumonia [J]. Emerg Med J, 2015, 32(6): 433-438.
- [17] TESTA A, SOLDATI G, COPETTI R, et al. Early recognition of the 2009 pandemic influenza A(H1N1) pneumonia by chest ultrasound [J]. Crit Care, 2012, 16(1): 30-36.
- [18] SPERANDEO M, CARNEVALE V, MUSCARELLA S, et al. Clinical application of transthoracic ultrasonography in inpatients with pneumonia [J]. Eur J Clin Invest, 2011, 41(1): 1-7.

(收稿日期: 2018-03-12 修回日期: 2018-06-24)

(上接第 3993 页)

- [11] SETTY P, VOLKOV A, DANDREA K, et al. Endoscopic vascular decompression for the treatment of trigeminal neuralgia: clinical outcomes and technical note [J]. World Neurosurg, 2014, 81(3/4): 603-608.
- [12] KABIL M S, EBY J B, SHAHINIAN H K. Endoscopic vascular decompression versus microvascular decompression of the trigeminal nerve [J]. Minim Invasive Neurosurg, 2005, 48(4): 207-212.
- [13] 贺亚杰,孙森,管勇. 内镜辅助手术与传统显微镜手术治

疗面肌痉挛的临床对比研究 [J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2014, 19(10): 446-448.

- [14] 杜浩,黄河,宋健,等. 面肌痉挛微血管减压术后并发症的相关危险因素分析 [J]. 中华神经外科杂志, 2016, 21(5): 267-269.
- [15] 陆川,孙军,陈献东. 内镜配合显微镜微血管减压治疗三叉神经痛 [J]. 中国微创外科杂志, 2013, 13(1): 53-55.

(收稿日期: 2018-01-02 修回日期: 2018-06-14)