

肺部超声和 X 线胸片在新生儿急性呼吸窘迫综合征中的诊断价值

周 洁¹, 赵 萌^{2*}

(¹南京医科大学第一附属医院小儿胸心外科,²影像科,江苏 南京 210029)

[摘要] **目的:**研究肺部超声评分(LUS)量化超声征象和 X 线胸片在新生儿急性呼吸窘迫综合征(ARDS)中的诊断价值。**方法:**对 2012 年 1 月—2016 年 1 月南京医科大学第一附属医院新生儿重症监护病房有呼吸窘迫症状的新生儿候选入组者进行回顾性分析,最终纳入符合 2012 柏林诊断标准的 ARDS 新生患儿 90 例。分析床旁超声对 ARDS 的诊断价值。**结果:**足月 ARDS 组与早产 ARDS 组患者的 LUS 评分分别为(15.6 ± 3.9)分和(20.5 ± 4.2)分,两组之间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:**床旁肺部超声与 X 线胸片相比较在新生儿 ARDS 的诊断中具有较高的准确性,值得在临床中进一步推广和应用。

[关键词] 新生儿;急性呼吸窘迫综合征;肺部超声

[中图分类号] R722.19

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2016)12-1471-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20161214

The diagnostic accuracy of lung ultrasound examination and chest X-ray for evaluation of neonates with acute respiratory distress syndrome

Zhou Jie¹, Zhao Meng^{2*}

(¹Department of Pediatric Heart Surgery,²Department of Roentgenology, the First Affiliated Hospital of NJMU, Nanjing 210029, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the value of lung ultrasonic score(LUS)for quantitative ultrasound diagnosis in neonatal in the neonates with acute respiratory distress syndrome (ARDS). **Methods:** Retrospectively, these participants with the suspected ARDS were considered candidates for the prospective trial between January 2012 and January 2016 in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University neonatal intensive care unit, and 90 cases were included according to the diagnostic criteria of ARDS in 2012 Berlin. Lung ultrasound examination and lung functions were monitored for evaluation of the neonates with ARDS. **Results:** The LUS of term ARDS group and premature ARDS group was (15.6~3.9)and (20.5~4.2), respectively, with statistically significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion:** Bedside lung ultrasound has a better accuracy in diagnosis of neonatal ARDS, which deserves to be popularized in the clinical practice.

[Key words] neonates; acute respiratory distress syndrome; lung ultrasound

[Acta Univ Med Nanjing, 2016, 36(12): 1471-1474]

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)是引起新生儿呼吸衰竭和早期死亡最为常见的原因之一^[1]。鉴于新生儿的肺脏气体含量较少以及肌肉骨骼系统尚未发育完全,故新生儿肺部疾病状态的征象模式较于成人更容易在超声呈现^[2]。肺部超声也逐步应用于新生儿呼吸系统的疾病的诊断和疗效监测,特别是在胎粪吸入综合征、呼吸窘迫综合征、新生儿呼吸暂停综合征以及

[基金项目] 江苏省高校优势学科建设工程项目(JX10231801)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: 718390857@qq.com

气胸等领域最为广泛^[3]。Copetti 等^[4]2008 年报道了肺部超声对新生儿 ARDS 的诊断性试验研究,初步研究结果表明肺部超声在新生儿肺部疾病中诊断中具有较的优越性。直到 2012 年刘敬等^[5]在国内率先应用超声诊断新生儿肺部疾病。然而,目前肺部超声对足月新生儿 ARDS 的诊断研究尚处于探索阶段,尤其是在 ARDS 所呈现的肺部超声征象方面尚未达成统一共识。本文以 ARDS 新生儿为研究对象,通过肺部超声进行辅助检查,以期评估肺部超声在新生儿 ARDS 中的诊断价值。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究对 2012 年 1 月—2016 年 1 月南京医科大学第一附属医院新生儿重症监护病房的有呼吸窘迫症状的新生儿候选入组者进行回顾性分析,最终纳入符合 2012 柏林诊断标准的 ARDS 新生患儿 90 例^[8],以胎龄为界将符合入组的新生儿分为早产 ARDS 组 [28~34⁺⁶ 周亚组 ($n=20$)、35~36⁺⁶ 周亚组 ($n=25$)] 和足月 ARDS 组 [37~38⁺⁶ 周亚组 ($n=25$)、39~41⁺⁶ 周亚组 ($n=20$)]。本研究方案得到南京医科大学第一附属医院医学伦理委员会的支持,患儿家长或法定监护人同意并签署知情同意书。

纳入标准:ARDS 新生儿入组标准为:新生儿胎龄(28~41⁺⁶ 周),肺部超声检查日龄(0~28 d)。试验组纳入标准:①急性起病;②有急性明确的围产期诱因或病因,包括但不限于严重的围产期获得性感染、新生儿重度窒息、胎粪吸入综合征以及选择性剖腹产等;③有典型的临床表现包括但不限于出生后 2~3 h 出现的进行性加重的呼吸困难、呼吸急促($>60/\text{min}$)、呼气呻吟、吸气性三凹征、鼻翼煽动、发绀、呼吸音减弱或消失、严重的呼吸困难需要持续正压通气支持至少 72 h;④典型的胸部 X 线片异常表现,包括但不限于肺不张、细颗粒网状影、空气支气管征、磨玻璃样变、白肺样改变;⑤动脉血气分析提示低氧血症、高碳酸血症以及 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 低于 300 mmHg。

排除标准:出生时胎龄 <28 周或 >42 周,患儿所出现呼吸困难仅由严重感染或胎粪吸入综合征等单一因素引起者;严重的心力衰竭患儿;双胞胎儿;未能完成肺部超声检查及超声采集图像质量较差者;家长或法定监护人中途退出或者不能配合研究者完成整个试验者。

1.2 方法

采用 Philips iE33 型彩色多普勒超声心动图诊断仪 (YZB/USA2489-2011), 配备 xMATRIX 传感器,频率 1~8 MHz。参照 2012 年 ARDS 柏林指南^[6] 和 2012 年国际肺部超声协作组专家共识^[7], 肺部超声检查的实施由经急重症超声培训的超声医师全程独立操作完成,被检者通常取仰卧、侧卧或俯卧位,依次以探头与肋骨垂直或平行分别对双侧肺脏的每个区域进行扫查,并应用凸型超声探头以肝或脾区作为透声窗进行膈肌定位以更加全面的评估肺脏底部。全部受检者均在睡眠或安静状态下检查,同步记录心电图并获取 4~5 个连续呼吸周期动

态图像存储,进行回放测量。同期行后前正位胸部 X 线检查,胸片的阅读报告由超声影像科协作小组共同协商诊断。肺部超声检查医师和胸片阅读报告医师在整个研究过程中并未知晓相互的检查和报告结果。

1.2.1 肺部超声评分(LUS)

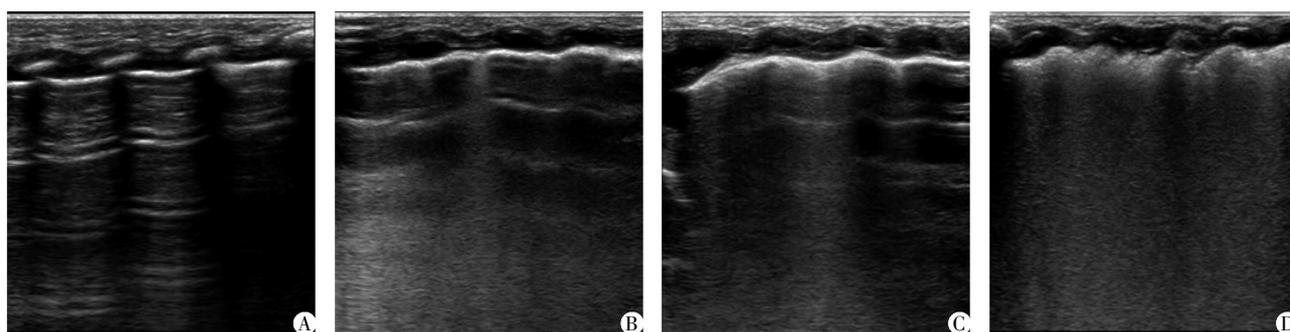
对新生儿肺部超声的评分主要基于成人肺部超声评分参数所改进,以腋前线、腋中线及腋后线作为分界线,将患儿的每一侧肺脏分为 3 个区域(前上部、前下部、侧部),分别从患儿左右胸的前胸部、侧胸部至下胸部的顺序,依次进行超声影像学检查。在每一侧的肺脏区域的赋值范围从 0~3 分之间,每例患儿最后肺脏超声检查的总得分范围在 0~18 分之间。肺部超声评分包含了 ARDS 的典型征象,同时也较为清晰地呈现出 ARDS 疾病发生发展的可能涉及的肺部超声影像学征象(正常充气肺脏的征象、肺间质改变的征象、肺泡改变的征象以及肺实变的征象)(图 1)。

1.2.2 呼吸功能参数测量

在进行肺部超声检查并评分的同时,在其前后 30 min 内完成对动脉氧分压 (PaO_2)、肺泡氧分压 (PAO_2)、氧合指数 (OI)、血氧饱和度指数 (OSI)、呼气末二氧化碳分压 (PetCO_2)、动脉二氧化碳分压 (PaCO_2)、动脉-呼气末二氧化碳分压差 (Pa-etCO_2)、肺泡动脉氧分压差 (PA-aO_2)、动脉-肺泡氧分压比例 ($\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$) 等呼吸功能参数的监测。其中在血气分析过程中采集完成血样后即刻采用全自动多参数血气分析仪 (Premier 5300, Instrumentation Laboratory Co., Hamburg, 美国) 进行即时分析并对患儿身体温度和血红蛋白浓度进行校正。记录为急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II), 序贯器官衰竭评分 (SOFA), 临床肺部感染评分 (CPIS) 等参数。参照 2015 国际小儿 ARDS 专家共识^[7], 基于氧合指数将 ARDS 新生儿分为轻度、中度及重度。本研究所有实验室检查均在南京医科大学第一附属医院中心实验完成,该实验室通过中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 资质认证。

1.3 统计学方法

所有定量资料均以 Kolmogorov-Smirnov 法进行正态分布检测,服从正态分布者以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,非正态分布者以中位数及四分位数间距表示。定性资料及等级资料以百分比表示。定量资料多组间的比较采用方差分析,并以 Bonferroni 法校正。分类资料的比较采用 χ^2 检验或确切概率法,等级资料的比较采用 Wilcoxon 或 Kruskal-Wallis 秩和



A 线表示超声下因胸膜—肺界面声阻抗的差异产生多重反射而形成的水平多条与胸膜线平行的高回声伪影; B 线表示从胸膜线出现延伸至屏幕底部的离散垂直混响伪像影, 是肺间质综合症的征象, 其数量随着空气含量的降低和肺组织密度的增加而增多 A: 0 分表示 A 线征象(在整个肺脏检查界面只有 A 线); B: 1 分表示 B 线出现(出现 ≥ 3 条分明的 B 线); C: 2 分表示严重的 B 线征象(密集的 B 线或者融合的 B 线, 伴或不伴胸膜下区域的肺实变); D: 3 分表示进展的肺实变。

图 1 不同肺部超声评分的 ARDS 超声征象

Figure 1 Acoustic characteristics of acute respiratory distress syndrome based on lung ultrasonic score

法。所有数据应用 SPSS 18.0 软件 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, 美国) 进行统计处理。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 ARDS 新生儿的基线和临床特征

不同亚组间新生儿人体测量学指标如身长、体重、体表面积、胸围、头围, 基本生命体征中的体温, 1、5 及 10 min Apgar 评分, 在各亚组间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 而其余各项指标差异均无统计学意义。

2.2 两组患儿肺功能参数和危重症监护参数比较

基于血气分析和呼吸力学等参数的综合分析, 结果表明: 与足月 ARDS 组患儿的病情严重程度评

分相比较: 早产 ARDS 组患者 PaO_2 、 PAO_2 、 OI 、 OSI 、 Pa-etCO_2 、 PA-aO_2 、 $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$ 等呼吸功能参数之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 1); 而两组患者潮气量 (VT)、气道峰压 (Ppeak)、气道平台压 (Pplat)、pH 值、 PaCO_2 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

基于实验室检查、影像学以及临床综合评估结果表明, 与足月 ARDS 组患儿的病情严重程度评分相比较: 早产 ARDS 组患者 APACHE II、SOFA、CPIS 评分均明显高于足月 ARDS 组 ($P < 0.05$, 表 1)。

2.3 两组患儿肺部超声诊断准确性的比较

基于 LUS 的评分结果分析显示, 伴随 ARDS 新生患儿严重程度的增加, 从轻度 (23 例)、中度 (46 例) 到重度 ARDS (21 例) 患儿的 LUS 评分也呈现逐渐递增趋势, 依次为 (11.4 ± 3.5) 分、(16.5 ± 3.8) 分、

表 1 两组患儿的肺功能参数和危重症监护参数比较

Table 1 The comparison of neonates with different severity of ARDS on lung function and critical care

	早产 ARDS 组	足月 ARDS 组	统计量 T	P 值
呼气末正压 (PEEP) (cm H ₂ O)	8.4 ± 3.5	7.6 ± 3.2	1.131	0.195
VT (mL)	9.2 ± 2.7	8.5 ± 3.0	1.495	0.154
Ppeak (cm H ₂ O)	29.6 ± 5.5	28.3 ± 5.1	1.162	0.187
Pplat (cm H ₂ O)	17.8 ± 5.4	16.6 ± 4.7	1.124	0.215
pH 值	7.32 ± 0.05	7.34 ± 0.06	1.717	0.089
PaCO ₂ (mm Hg)	47.1 ± 12.0	43.5 ± 10.8	1.578	0.124
PaO ₂ (mm Hg)	45.9 ± 13.4	53.2 ± 14.7	2.461	0.018
OI	13.6 ± 4.0	8.5 ± 3.1	6.760	<0.001
OSI	12.8 ± 3.3	7.6 ± 2.4	8.548	<0.001
Pa-etCO ₂ (mm Hg)	12.4 ± 4.6	8.7 ± 4.5	3.857	<0.001
PA-aO ₂ (mm Hg)	32.5 ± 9.8	24.3 ± 9.4	4.050	<0.001
PaO ₂ /PAO ₂	105.7 ± 28.4	154.6 ± 33.8	7.430	<0.001
急性生理与慢性健康评分 II (APACHE II)	18.44 ± 6.51	14.83 ± 5.36	2.871	0.005
序贯器官衰竭评分 (SOFA)	18.72 ± 5.45	13.83 ± 7.04	3.684	<0.001
临床肺部感染评分 (CPIS)	7.18 ± 2.06	5.10 ± 2.17	4.663	<0.001
肺部超声评分 (LUS)	20.5 ± 5.3	14.2 ± 4.8	2.786	0.008

(25.2 ± 4.3) 分。基于早产 ARDS 新生儿组与足月 ARDS 新生儿组患儿的 LUS 分析表明, 早产 ARDS 新生儿组的 LUS 评分为(20.5 ± 4.2)分, 足月 ARDS 新生儿组的 LUS 评分为(15.6 ± 3.9)分, 两组之间差异具有统计学意义($t=5.735, P < 0.05$)。

3 讨论

在本研究中, 早产 ARDS 新生儿和足月 ARDS 新生儿在 PaO_2 、 PAO_2 、 OI 、 OSI 、 Pa-etCO_2 、 PA-aO_2 、 $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$ 等呼吸功能参数呈现出显著地差异, 这与 Santos 等^[8]的研究结果一致。早产新生儿由于肺脏成熟度较低, 在肺功能、氧代谢以及组织灌注方面相较于足月新生儿显著减弱, 这为肺部超声在新生儿 ARDS 肺脏的检查奠定了病理生理学基础^[9]。此外, 还基于实验室检查、影像学以及临床结果进行综合评估, 早产 ARDS 组患儿的 APACHE II、SOFA、CPIS 评分均明显高于足月 ARDS 患儿, 这也为肺部超声在新生儿 ARDS 肺脏的结果解释提供了临床依据^[10]。

本研究通过参考既往研究文献, 以腋前线、腋中线及腋后线作为分界线, 将患儿的每一侧肺脏分为 3 个区域(前上部、前下部、侧部), 分别从患儿左右胸的前胸部、侧胸部至下胸部的顺序, 依次进行超声影像学检查^[11]。使新生儿肺部检查更为精准和客观。

基于肺部超声评分, 在进行肺部超声检查的同时, 进一步获取与肺部灌注/通气、氧代谢以及组织灌注等方面改变的重要信息^[12]。基于氧合指数将 ARDS 分为轻、中、重度 3 种类型, 两组之间 LUS 评分差异具有统计学意义($t=5.735, P < 0.05$)。本研究中发现, LUS 评分与疾病严重程度相关可能是非常重要的, 因为肺部通气的缺失在早期阶段不易被发现。Caltabeloti 等^[13]发现床旁 LUS 评分可以评估 ARDS 肺部通气面积的变化, 可以早期评估脓毒性休克并发 ARDS 液体复苏时肺通气丧失的改变, 这种改变却发生在氧合指数改变之前。本研究中关于 LUS 评分与 ARDS 严重程度相关的分析开创了未来有关肺部超声在预测肺损伤严重程度及评估病死率和预后等方面研究的先导, 它可以联合氧合指数等传统参数对 ARDS 进行病情分级, 甚至比氧合指数能更早地预测 ARDS 的病情程度及预后^[14]。

[参考文献]

[1] Rudan I, O'Brien KL, Nair H, et al. Epidemiology and e-

tiology of childhood pneumonia in 2010: estimates of incidence, severe morbidity, mortality, underlying risk factors and causative pathogens for 192 countries[J]. J Glob Health, 2013, 3(1): 10-14

[2] Smith-Bindman R. Is computed tomography safe [J]. N Engl J Med, 2010, 363(1): 14

[3] Zehner PM, Seibel A, Aichinger G, et al. Lung ultrasound in acute and critical care medicine [J]. Anaesthesist, 2012, 61(7): 608-617

[4] Copetti R, Cattarossi L, Macagno F, et al. Lung ultrasound in respiratory distress syndrome: a useful tool for early diagnosis[J]. Neonatology, 2008, 94(1): 52-59

[5] 刘敬. 新生儿监护病房内开展肺脏超声的可行性与必要性[J]. 中华围产医学杂志, 2013, 16(10): 582-584

[6] ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition[J]. JAMA, 2012, 307(23): 2526-2533

[7] Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference [J]. Pediatr Crit Care Med, 2015, 16(5): 428-439

[8] Santos TM, Franci D, Coutinho CM, et al. A simplified ultrasound-based edema score to assess lung injury and clinical severity in septic patients[J]. Am J Emerg Med, 2013, 31(12): 1656-1660

[9] 床旁超声在急危重症临床应用专家共识组. 床旁超声在急危重症临床应用的专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(1): 10-21

[10] Barillari A, Fioretti M. Lung ultrasound: a new tool for the emergency physician[J]. Intern Emerg Med, 2010, 5(4): 335-340

[11] Haddam M, Zieleskiewicz L, Perbet S, et al. Lung ultrasonography for assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS [J]. Intensive Care Med, 2016, 42(10): 1546-1556

[12] 王明强, 祁绍艳. 高频震荡通气对急性呼吸窘迫综合征患者氧代谢和炎症因子的影响[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2016, 36(4): 444-448

[13] Caltabeloti F, Monsel A, Arbelot C, et al. Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study [J]. Crit Care, 2014, 18(3): R91

[14] Chinardet B, Brisson H, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of lung consolidation and reaeration after pleural effusion drainage in patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: a pilot study[J]. Acta Anaesthesiol Belg, 2016, 67(1): 29-35

[收稿日期] 2016-06-13