doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2507151

新生儿/儿童重症超声专题

肺脏超声应用于新生儿肺疾病随访的可行性研究

徐彦磊[1]　杜延娜[1]　王英俊[2]　郝庆飞[1]　王喜鸽[1]　李燕[3]　郭宏湘[1]　程秀永[1]

（1.郑州大学第一附属医院新生儿科，河南郑州　450052；2.周口市中心医院新生儿重症监护室，河南周口　466000；3.郑州大学第一附属医院超声医学科，河南郑州　450052）

［摘要］**目的**　探讨肺脏超声应用于新生儿肺疾病随访的可行性。**方法**　回顾性选取2025年3—7月于郑州大学第一附属医院新生儿科随访的102例新生儿期患肺疾病患儿为研究对象，按随访时肺脏超声结果分为正常组与异常组，比较两组临床特征；采用多因素logistic回归分析筛选随访时肺脏超声异常的影响因素，并构建预测模型，通过受试者操作特征曲线验证其预测患肺疾病新生儿随访时肺脏超声异常的效能。**结果**　中位随访时长32 d，肺超声异常58例（56.9%）。正常组与异常组胎龄、出生体重、随访时长等比较差异有统计学意义（P<0.05）。多因素logistic回归分析显示，胎龄（OR=0.617，P<0.001）、随访时长（OR=0.976，P<0.001）是患肺疾病新生儿随访时肺超声异常的独立保护因素。受试者操作特征曲线分析显示，以胎龄和随访时长构建联合模型logit（P）=17.001−0.025×随访时长−0.483×胎龄（其中P为患肺疾病新生儿随访时肺超声异常的发生概率），对预测随访时肺脏超声异常效能的曲线下面积为0.833（95%CI：0.758~0.909，P<0.001），灵敏度为62.1%，特异度为93.2%，拟合优度良好（P>0.05）。**结论**　肺脏超声可应用于新生儿肺疾病随访。

［中国当代儿科杂志，2026，28（2）：177-183］

［关键词］肺疾病；肺脏超声；随访；影响因素；新生儿

Feasibility study of lung ultrasound in the follow-up of neonatal lung diseases

XU Yan-Lei, DU Yan-Na, WANG Ying-Jun, HAO Qing-Fei, WANG Xi-Ge, LI Yan, GUO Hong-Xiang, CHENG Xiu-Yong. Department of Neonatology, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China (Cheng X-Y, Email: chengxy188@163.com)

Abstract: Objective　To explore the feasibility of lung ultrasound in the follow-up of neonatal lung disease. **Methods**　A retrospective study was conducted of 102 infants with neonatal lung disease who were followed up in the Department of Neonatology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from March to July 2025. According to follow-up lung ultrasound results, infants were classified into a normal group and an abnormal group. Baseline and clinical characteristics were compared between groups. Multivariable logistic regression was performed to identify independent influencing factors of abnormal lung ultrasound at follow-up, and a prediction model was constructed. Its performance for predicting abnormal lung ultrasound at follow-up was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results**　The median follow-up duration was 32 days, and 58 infants (56.9%) had abnormal lung ultrasound. Significant differences were found between the normal and abnormal groups in gestational age, birth weight, and follow-up duration (all P<0.05). Multivariable logistic regression showed that gestational age (OR=0.617, P<0.001) and follow-up duration (OR=0.976, P<0.001) were independent protective factors against abnormal lung ultrasound at follow-up. ROC analysis indicated that the combined model constructed with gestational age and follow-up duration, logit(P) =17.001 − 0.025×follow-up duration − 0.483×gestational age (where P is the probability of abnormal lung ultrasound at follow-up), achieved an area under the curve of 0.833 (95%CI: 0.758-0.909, P<0.001), with a sensitivity of 62.1% and a specificity of 93.2%. The goodness of fit was good (P>0.05). **Conclusions**　Lung ultrasound is feasible for the follow-up of neonatal lung diseases.　**[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(2): 177-183]**

Key words: Lung disease; Lung ultrasound; Follow-up; Influencing factor; Neonate

［收稿日期］2025-07-24；［接受日期］2026-01-04

［作者简介］徐彦磊，男，硕士研究生，主治医师。

［通信作者］程秀永，男，主任医师。Email：chengxy188@163.com。

新生儿期呼吸系统疾病，如新生儿呼吸窘迫综合征（neonatal respiratory distress syndrome, NRDS）、肺炎、支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）等，严重威胁新生儿生命健康，甚至可能引发近远期呼吸功能障碍，影响患儿生长发育与生活质量[1-3]。因此，建立系统、精准的肺随访评估体系，以期早期发现肺功能损害，对及时干预、改善预后至关重要[4]。

当前，新生儿肺疾病随访存在局限：胸部X线检查分辨率低，难以发现脊柱旁等隐匿病变，且有辐射性；计算机断层扫描图像清晰，但辐射危害大；肺功能检查要求患儿配合度高，婴幼儿阶段实施难度大且无法动态观察肺组织实时变化[5-7]。亟需安全、便捷且有效的新型评估技术。

近年来，肺脏超声凭借无辐射、便捷、实时、准确等优势，在新生儿肺疾病诊断领域得到快速推广应用[8-10]。该技术可以清晰显示多种病理改变，诊断准确性与计算机断层扫描相当，在早产儿BPD预防中价值独特[8, 11-12]。但目前肺脏超声在新生儿肺随访评估中的应用仍处于探索阶段，尚未形成标准化流程与评估体系。深入探讨其应用价值，有助于完善新生儿肺疾病管理策略，有望为高危新生儿肺健康保驾护航开辟新路径。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用横断面调查结合回顾性分析，采集2025年3—7月在郑州大学第一附属医院新生儿科随访患儿的肺脏超声影像结果，并回顾性收集其既往住院病历资料。我科为河南省危重新生儿救治中心，收治范围为我院出生、门诊收治及外院转入的患儿，年龄范围在0 d至校正胎龄44周，或为新生儿期疾病持续治疗的新生儿及婴儿。随访标准为所有早产儿及高危足月儿均需定期进行出院后随访，临床根据患儿发生生长障碍的风险进行分级管理，并制定个体化随访方案；首次复查在出院后2周以内，常规随访至2~3岁，本研究随访时长范围6~215 d。纳入标准：（1）家属知情同意并签署知情同意书；（2）新生儿期确诊患有呼吸系统相关疾病（如NRDS、肺炎、湿肺、BPD等），其中BPD诊断参照2019年BPD诊断标准[13]，其余疾病诊断标准参照《实用新生儿学》第5版[14]；（3）出院时临床治愈；（4）出院后至随访时未新发呼吸系统疾病。排除标准：（1）家属拒绝肺脏超声检查，或中途退出研究；（2）随访检查当日及之后1周内新发呼吸系统疾病（如感染性肺炎、喘息发作等）。本研究经郑州大学第一附属医院伦理委员会批准（2025-KY-0419-001）。

1.2 分组

根据随访时肺脏超声结果将患儿分为正常组和异常组。超声术语及分区参考相关指南[10]。正常组指肺脏超声满足以下征象：（1）胸膜线存在，且清晰、光滑、规则；（2）肺滑存在；（3）A线存在，且清晰、光滑、规则，彼此间距相等；（4）B线无，或仅少数几条，无融合B线、肺间质综合征、致密B线；（5）无肺实变、支气管充气征、肺搏动征、胸腔积液。异常组指肺脏超声存在以下征象之一：（1）胸膜线消失，或虽存在，但模糊、中断、不规则；（2）肺滑消失；（3）A线消失；（4）富集B线，即存在融合B线、肺间质综合征或致密B线；（5）存在肺实变、支气管充气征、肺搏动征或胸腔积液。

1.3 资料收集

所用设备为GE Vivid IQ或迈瑞M7便携式超声机，探头采用高频线阵探头，频率9~12 MHz，扫查部位采用12分区法进行划分，并采用L/R 1~6分区标记[10]。通过住院电子病历系统收集患儿的一般资料、主要诊断、呼吸支持方式及持续时间、实验室检查等结果。实验室指标包括白细胞计数最高值和最低值、C反应蛋白（C-reactive protein, CRP）最高值、降钙素原（procalcitonin, PCT）最高值、末次动脉血气二氧化碳分压等。

1.4 统计学分析

所有数据应用SPSS 26.0统计学软件进行分析。分类变量采用频数和构成比或百分率（%）表示，组间比较采用χ^2检验、连续校正χ^2检验或Fisher确切概率法。正态分布计量资料采用均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，偏态分布计量资料采用中位数（四分位数间距）[M（P_{25}，P_{75}）]表示，组间比较采用两样本t检验或Mann-Whiteny U检验。采用多因素logistic回归分析探究肺脏超声异常的影响因素并构建预测模型，通过Hosmer-Lemeshow检验验证回归模型的拟合优度，P>0.05表示拟合度良好。采用受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC曲线）分析模型的预测价值。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

研究期间共采集到103例患儿的肺脏超声影像资料，其中1例因随访后1周内合并肺炎予以排除，共纳入102例患儿。其中男性55例（53.9%），女性47例（46.1%）；早产儿94例（92.2%），足月儿8例（7.8%）；平均胎龄（32±4）周，平均出生体重（1 859±771）g，中位住院时长35.0（17.5，56.5）d，中位随访时长32.0（20.0，64.5）d。既往主要疾病中，NRDS 73例（71.6%），新生儿肺炎33例（32.4%），新生儿窒息20例（19.6%），呼吸衰竭46例（45.1%），早发型败血症63例（61.8%），BPD 9例（8.8%），新生儿湿肺3例（2.9%），气胸3例（2.9%）。呼吸系统治疗中，应用肺表面活性物质（pulmonary surfactant, PS）57例（55.9%），有创通气31例（30.4%），中位有创通气时长0（0，1）d；无创通气80例（78.4%），中位无创通气时长6（1，23）d。

102例患儿中，肺脏超声正常组44例（43.1%），异常组58例（56.9%）。异常组胎龄更小，出生体重、白细胞计数最低值更低，住院时长、无创通气时长更长，随访时长更短（P<0.05）；NRDS、早发型败血症、PS治疗、无创通气比例更高（P<0.05）。见表1。

表1 两组患儿的一般资料比较

项目	正常组 (n=44)	异常组 (n=58)	$\chi^2/Z/t$值	P值
男性 [例(%)]	25(57)	30(52)	0.261	0.609
胎龄 ($\bar{x}\pm s$, 周)	33.7±3.4	30.4±3.1	5.008	<0.001
出生体重 ($\bar{x}\pm s$, g)	2 100.0(1 487.5, 2 730.0)	1 240.0(1 050.0, 1 785.0)	−4.698	<0.001
住院时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	20.5(12.3, 36.5)	44.5(32.8, 62.8)	−4.504	<0.001
随访时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	34.0(24.3, 84.3)	30.5(18.5, 46.3)	−2.136	0.033
NRDS [例(%)]	24(55)	49(85)	11.02	0.001
PS治疗 [例(%)]	14(32)	43(74)	18.175	<0.001
肺炎 [例(%)]	18(41)	15(26)	2.588	0.108
新生儿窒息 [例(%)]	7(16)	13(22)	0.672	0.413
早发型败血症 [例(%)]	21(48)	42(72)	6.456	0.011
晚发型败血症 [例(%)]	6(14)	9(16)	0.017	0.791
呼吸衰竭 [例(%)]	17(39)	29(50)	1.305	0.253
BPD [例(%)]	1(2)	8(14)	2.820	0.093
血氧饱和度波动[a] [例(%)]	5(11)	13(22)	2.102	0.147
有创通气 [例(%)]	10(23)	21(36)	2.149	0.143
有创通气时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	0(0, 0)	0(0, 1.5)	−1.026	0.305
无创通气 [例(%)]	28(64)	52(90)	10.013	0.002
无创通气时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	0(0, 9.0)	10.0(5.0, 28.5)	−3.339	0.001
末次$PaCO_2$ [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg]	35.0(30.0, 38.0)	35.0(33.0, 38.5)	−1.772	0.076
CRP最高值 [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	2.1(0.6, 16.3)	3.5(1.5, 12.4)	−1.253	0.210
PCT最高值 [$M(P_{25}, P_{75})$, ng/mL]	3.2(0.6, 15.8)	3.6(0.8, 12.3)	−0.192	0.848
WBC最高值 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\times 10^9$/L]	14.0(12.0,17.3)	14.0(11.3, 17.2)	−0.081	0.935
WBC最低值 ($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$/L)	7.9±3.0	6.0±2.6	3.147	0.002

注：a示出院当天仍存在吃奶时经皮血氧饱和度波动现象（指经皮血氧饱和度下降至90%以下，但短时间可自行恢复至90%以上）。［NRDS］新生儿呼吸窘迫综合征；［PS］肺表面活性物质；［BPD］支气管肺发育不良；［$PaCO_2$］动脉血二氧化碳分压；［CRP］C反应蛋白；［PCT］降钙素原；［WBC］白细胞计数。

58例肺脏超声异常患儿中，病变主要类型为肺实变49例（84%），富集B线48例（83%）；部位主要位于R5区（右后上肺）52例（90%），R6区（右后下肺）32例（55%），L5区（左后上肺）28例（48%）和L6区（左后下肺）27例（47%），且34例（59%）存在脊柱旁异常。部分肺脏超声影像见图1。

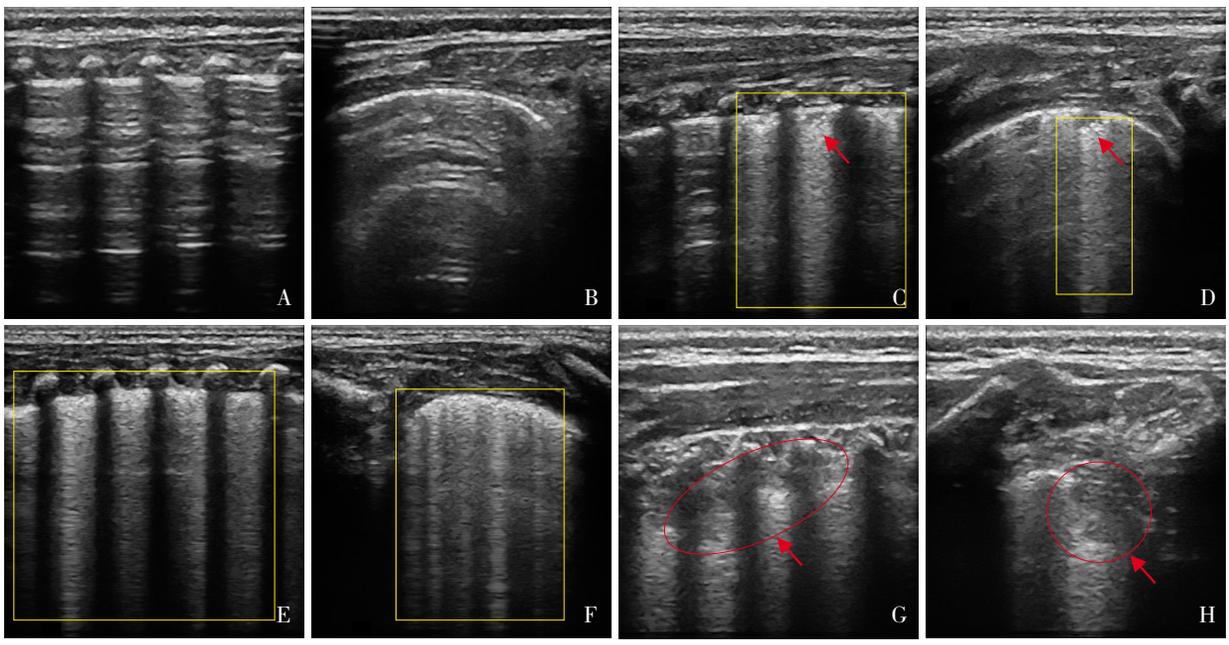


图1　部分患儿肺脏超声影像　A：正常肺脏超声影像，纵向扫查。B：正常肺脏超声影像，横向扫查。C~H：不同程度异常肺脏超声影像，其中C、E、G为纵向扫查，D、F、H为横向扫查。箭头所指为肺实变；方框所示范围为富集B线；圆或椭圆所示范围为较大肺实变。

2.2　患肺疾病新生儿随访时肺脏超声异常的预测因素

将表1中P<0.1的变量纳入多因素logistic回归分析，因“无创通气”与“无创通气时长”存在包含关系，为避免多重共线性，两者中将“无创通气”变量纳入回归模型。结果显示，胎龄（OR=0.617，P<0.001）、随访时长（OR=0.976，P<0.001）是患肺疾病新生儿随访时肺超声异常的独立保护因素，见表2。基于此构建logistic回归预测模型方程为logit（P）=17.001−0.025×随访时长−0.483×胎龄，其中P为患肺疾病新生儿随访时肺超声异常的发生概率。

表2　多因素logistic回归分析患肺疾病新生儿随访时肺脏超声异常的预测因素

因素	赋值	β	SE	OR(95%CI)	Waldχ^2	P
胎龄	连续型变量	−0.483	0.106	0.617(0.501~0.760)	20.646	<0.001
出生体重	连续型变量	−0.001	0.001	0.999(0.997~1.000)	1.950	0.163
住院时长	连续型变量	−0.007	0.026	0.993(0.943~1.045)	0.082	0.775
随访时长	连续型变量	−0.025	0.007	0.976(0.963~0.988)	13.928	<0.001
NRDS	0=否，1=是	1.365	1.066	3.914(0.485~31.597)	1.640	0.200
PS治疗	0=否，1=是	−0.888	0.862	0.411(0.076~2.230)	1.061	0.303
早发型败血症	0=否，1=是	−0.454	0.663	0.635(0.173~2.327)	0.470	0.493
BPD	0=否，1=是	−0.726	1.610	0.484(0.021~11.348)	0.204	0.652
无创通气	0=否，1=是	−0.488	0.894	0.614(0.107~3.541)	0.297	0.585
末次$PaCO_2$	连续型变量	0.052	0.058	1.053(0.941~1.179)	0.806	0.360
WBC最低值	连续型变量	−0.105	0.124	0.900(0.706~1.147)	0.723	0.395

注：［NRDS］新生儿呼吸窘迫综合征；［PS］肺表面活性物质；［BPD］支气管肺发育不良；［$PaCO_2$］动脉血二氧化碳分压；［WBC］白细胞计数。

2.3　模型预测患肺疾病新生儿随访时肺脏超声异常的鉴别效能

通过ROC曲线分析评估模型预测患新生儿肺疾病患儿在随访时肺脏超声异常的效能，结果显示，曲线下面积为0.833（95%CI：0.758~0.909，P<0.001），灵敏度为62.1%，特异度为93.2%，约登

指数为 0.55（图 2）。进行 Hosmer-Lemeshow 检验，χ^2=5.517，*df*=8，*P*=0.701，提示模型预测概率与实际观测值具有较好的一致性，拟合效果可接受。

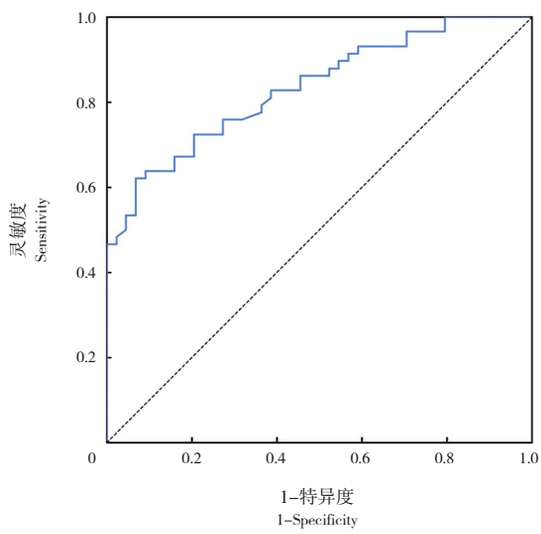


图 2　模型预测患肺疾病新生儿随访时肺脏超声异常效能的 ROC 曲线

3　讨论

本研究结果显示，曾患肺疾病的新生儿在出院后 6~215 d 的随访期间，56.9% 的患儿存在肺脏超声异常。肺脏超声可发现这些随访患儿肺病理的影像改变，提示临床实践中将肺脏超声作为肺疾病的随访措施是可行的。

本研究对象主要为早产儿，仅纳入 8 例足月儿，这一现象反映临床上对足月儿患肺疾病后的随访关注不足。新生儿群体中，尤其是早产儿，合并呼吸系统疾病发生率较高，与胎龄呈负相关，也是婴幼儿再住院的重要原因[15-16]，严重者可影响患儿远期生存质量[1-2, 17]，但其相关机制目前尚未完全明确[2, 18-19]。因此，针对患肺疾病的儿童建立专项管理体系，开展从婴儿早期至成年阶段的长期随访是必要的[19]。

本研究发现，随访患儿肺病变常见类型为肺实变及富集的 B 线，后背为高发部位，其中 R5 区（右后上肺）脊柱旁占比最高，随访时需注意避免遗漏。肺实变直径跨度从亚厘米至多肋间连续累及，这种异质性可能反映不同修复阶段的病理特征。Gravel 等[12] 认为肺脏超声显示的大范围肺实变已被证实与放射学诊断的肺炎相关，而较小的胸膜下实变临床意义尚不明确。亚厘米、胸膜下实变是肺脏超声的独特发现，孤立的亚厘米级胸膜下实变并不提示细菌性肺炎，因此不需要抗生素治疗。本研究发现，随访中一些患儿虽然存在肺实变，但无异常临床表现，提示此时超声影像可能为疾病转归的病理过程，并非正处于感染阶段，而是恢复的一个过程。Perri 等[20] 发现胎粪吸入综合征的患儿至生后 4 周，肺脏超声逐渐正常。Savoia 等[21] 对胎龄 32 周以下早产儿进行随访发现，直至 8 月龄时 BPD 组与非 BPD 组肺脏超声仍未正常；其他疾病的肺脏超声异常也存在较长时间[22-23]。Ma 等[24] 的研究显示，肺实变大小与疾病严重程度有关，但随访期间肺实变范围对肺脏近期及远期功能产生的影响，仍需进一步开展深入研究。

在影响因素分析方面，本研究发现，异常组与正常组在胎龄、出生体重、住院时长、NRDS、早发型败血症、PS 治疗、白细胞计数最低值等方面比较差异有统计学意义。这些指标提示病情程度重、肺发育差或病变严重，尤其与病程早期的影响因素密切相关，可能对肺病理改变程度及恢复周期产生影响。两组间无创通气及其时长比较差异有统计学意义，这可能与无创通气技术的提高和肺保护性通气策略认识的提升，在临床治疗中更倾向于减少有创通气的使用，进而导致无创通气的应用占比及使用时长相应增加。BPD 是早产儿重要的肺疾病，但本研究中未显示差异有统计学意义，异常组比例明显高于正常组，但正常组仅 1 例 BPD 患儿，样本量较小可能是导致该指标差异无统计学意义的主要原因，有待扩大样本量进一步研究。本研究发现肺脏超声异常与胎龄和随访时长呈负相关，提示随着随访时间的延长，肺病理改变逐渐减轻，符合病理转归过程；而胎龄越大的患儿，随访时出现肺脏超声异常的风险越低，这可能与胎龄较大患儿肺发育成熟度更高、对病理损伤的修复能力更强有关。二者联合的预测模型 AUC 为 0.833 且拟合优度良好，可有效预判患肺疾病新生儿随访时肺脏超声的异常风险，为临床制定个体化随访策略提供量化工具。但不同疾病的转归规律可能并不相同，因此，关于肺疾病患儿的最佳随访时长仍需深入研究。

总之，本研究首次发现肺脏超声应用于新生儿肺疾病随访具有可行性，56.9% 超声异常检出率覆盖 NRDS、肺炎、窒息、败血症等多种疾病，其预测模型的 AUC 达 0.833，不仅为婴幼儿早期肺病

理的无创随访提供了新范式，更将肺脏超声的应用场景从急性期诊断拓展至疾病转归监测。本研究存在局限性：一是单中心研究，样本数量有限；二是横断面设计结合回顾性研究，未能获取诊断时超声结果以及追踪单病种肺病理影像的纵向演变轨迹，如修复周期与随访时长的动态关联；三是未分层比较不同胎龄或不同病因的差异；四是未比较校正胎龄的肺脏超声结果。未来需通过多中心大样本纵向队列研究，进一步阐明不同病种的肺脏超声异常转归规律和相关防治策略。

作者贡献声明：徐彦磊负责课题设计、分析整理与论文撰写；程秀永负责课题指导、论文审阅与修订；杜延娜参与课题设计及负责数据采集；郝庆飞、王喜鸽负责数据采集；王英俊、李燕负责影像数据分析；郭宏湘负责统计分析。

利益冲突声明：所有作者均声明无利益冲突。

［参 考 文 献］

[1] Urs RC, Evans DJ, Bradshaw TK, et al. Inhaled corticosteroids to improve lung function in children (aged 6-12 years) who were born very preterm (PICSI): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2023, 7(8): 567-576. PMID: 37385269. DOI: 10.1016/S2352-4642(23)00128-1.

[2] van Duuren IC, van Hengel ORJ, Penders J, et al. The developing immune system in preterm born infants: from contributor to potential solution for respiratory tract infections and wheezing[J]. Allergy, 2024, 79(11): 2924-2942. PMID: 39382056. DOI: 10.1111/all.16342.

[3] Alonso-Lopez P, Arroyas M, Beato M, et al. Respiratory, cardio-metabolic and neurodevelopmental long-term outcomes of moderate to late preterm birth: not just a near term-population. A follow-up study[J]. Front Med (Lausanne), 2024, 11: 1381118. PMID: 39228801. PMCID: PMC11368750. DOI: 10.3389/fmed.2024.1381118.

[4] van Boven MR, Hutten GJ, Richardson R, et al. Impaired lung function and associated risk factors in children born prematurely: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Respir Rev, 2024, 33(174): 240114. PMID: 39384308. PMCID: PMC11462300. DOI: 10.1183/16000617.0114-2024.

[5] Gao YQ, Qiu RX, Liu J, et al. Lung ultrasound completely replaced chest X-ray for diagnosing neonatal lung diseases: a 3-year clinical practice report from a neonatal intensive care unit in China[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2022, 35(18): 3565-3572. PMID: 33032479. DOI: 10.1080/14767058.2020.1830369.

[6] Nir V, Katsenelenbogen G, Karabitski R, et al. The use of lung ultrasound in the follow-up of pediatric patients with community-acquired pneumonia[J]. Isr Med Assoc J, 2025, 27(3): 172-176. PMID: 40134170.

[7] Jin JH, Lee SH, Youk TM, et al. Long-term outcomes of preterm infants in the first 6 years of life: a nationwide population-based study in Korea[J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(2): 641-650. PMID: 36445516. DOI: 10.1007/s00431-022-04728-w.

[8] 刘敬. 超声监测下管理肺疾病: 或使早产儿支气管肺发育不良成为可避免的疾病[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(1): 14-18. PMID: 38269453. PMCID: PMC10817729. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2309120.

[9] Inchingolo R, Zanforlin A, Buonsenso D, et al. Lung ultrasound signs: the beginning. Part 3: an accademia di ecografia toracica comprehensive review on ultrasonographic signs and real needs [J]. J Ultrasound Med, 2024, 43(4): 629-641. PMID: 38168739. DOI: 10.1002/jum.16397.

[10] 中华医学会儿科学分会围产医学专业委员会, 中国医师协会新生儿科医师分会超声专业委员会, 中国医药教育协会超声医学专业委员会重症超声学组, 等. 新生儿肺脏疾病超声诊断指南[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(14): 1057-1064. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.14.005.

[11] Barbieri G, Gargani L, Lepri V, et al. Long-term lung ultrasound follow-up in patients after COVID-19 pneumonia hospitalization: a prospective comparative study with chest computed tomography[J]. Eur J Intern Med, 2023, 110: 29-34. PMID: 36564240. PMCID: PMC9729593. DOI: 10.1016/j.ejim.2022.12.002.

[12] Gravel CA, Neuman MI, Monuteaux MC, et al. Significance of sonographic subcentimeter, subpleural consolidations in pediatric patients evaluated for pneumonia[J]. J Pediatr, 2022, 243: 193-199.e2. PMID: 34968499. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.12.052.

[13] Jensen EA, Dysart K, Gantz MG, et al. The diagnosis of bronchopulmonary dysplasia in very preterm infants. An evidence-based approach[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2019, 200(6): 751-759. PMID: 30995069. PMCID: PMC6775872. DOI: 10.1164/rccm.201812-2348OC.

[14] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019.

[15] Nakamura MM, Zaslavsky AM, Toomey SL, et al. Pediatric readmissions after hospitalizations for lower respiratory infections[J]. Pediatrics, 2017, 140(2): e20160938. PMID: 28771405. DOI: 10.1542/peds.2016-0938.

[16] 郑乔木, 花文哲, 周菁鑫, 等. 新生儿重症监护室患儿出院 31 d 内非计划再入院现状及影响因素分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2022, 24(3): 314-318. PMID: 35351264. PMCID: PMC8974648. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2109037.

[17] Caffarelli C, Gracci S, Giannì G, et al. Are babies born preterm high-risk asthma candidates?[J]. J Clin Med, 2023, 12(16): 5400. PMID: 37629440. PMCID: PMC10455600. DOI: 10.3390/jcm12165400.

[18] Crist AP, Hibbs AM. Prematurity-associated wheeze: current knowledge and opportunities for further investigation[J]. Pediatr Res, 2023, 94(1): 74-81. PMID: 36463364. PMCID:

PMC10238677. DOI: 10.1038/s41390-022-02404-1.

[19] Pijnenburg MW. Next steps in treatment of prematurity-associated respiratory disease[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2023, 7(8): 523-524. PMID: 37385268. DOI: 10.1016/S2352-4642(23)00139-6.

[20] Perri A, Fattore S, Prontera G, et al. Lung ultrasound in the early diagnosis and management of the mild form of meconium aspiration syndrome: a case report[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(4): 719. PMID: 36832209. PMCID: PMC9955577. DOI: 10.3390/diagnostics13040719.

[21] Savoia M, Miletic P, De Martino M, et al. Lung ultrasound score follows the chronic pulmonary insufficiency of prematurity trajectory in early infancy[J]. Eur J Pediatr, 2022, 181(12): 4157-4166. PMID: 36166097. DOI: 10.1007/s00431-022-04629-y.

[22] Alonso-Ojembarrena A, Gregorio-Hernández R, Raimondi F. Neonatal point-of-care lung ultrasound: what should be known and done out of the NICU?[J]. Eur J Pediatr, 2024, 183(4): 1555-1565. PMID: 38315204. DOI: 10.1007/s00431-023-05375-5.

[23] Zimna K, Sobiecka M, Wakuliński J, et al. Lung ultrasonography in the evaluation of late sequelae of COVID-19 pneumonia—a comparison with chest computed tomography: a prospective study[J]. Viruses, 2024, 16(6): 905. PMID: 38932196. PMCID: PMC11209275. DOI: 10.3390/v16060905.

[24] Ma HR, Deng BY, Liu J, et al. Lung ultrasound to diagnose infectious pneumonia of newborns: a prospective multicenter study[J]. Pediatr Pulmonol, 2023, 58(1): 122-129. PMID: 36169007. DOI: 10.1002/ppul.26168.

（本文编辑：王颖）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）