

肺部超声与X线对新生儿呼吸窘迫综合征诊断价值的Meta分析

刘庆美¹, 易明亮^{2*}

¹川北医学院临床医学院, 四川 南充

²成都市第五人民医院麻醉科, 四川 成都

收稿日期: 2023年11月7日; 录用日期: 2023年12月1日; 发布日期: 2023年12月11日

摘要

目的: 应用Meta分析系统评价肺部超声与x线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的价值。方法: 使用计算机检索EMBASE、PubMed、The Cochrane Library、Web of Science等4个英文数据库, 检索万方数据知识服务平台(Wanfang)、中国生物医学文献服务系统数据库(SinoMed)、中国知网(CNKI)和维普资讯中文期刊服务平台(VIP)等4个中文数据库获取文献, 搜索肺部超声与x线诊断新生儿呼吸窘迫综合征诊断性试验的相关文献, 检索时间从建库至2023年5月1日。严格筛选出符合纳入、排除标准的文献, 提取资料, 评价文献质量, 采用Stata 14.0软件检测异质性, 计算两种检查方法诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并敏感性、特异性、阳性似然比、阴性似然比及诊断比值比, 绘制汇总受试者工作特征(SROC)曲线, 获取曲线下面积。结果共纳入12篇诊断性试验的文献(1314名新生儿); Meta分析结果显示, 肺部超声与x线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并敏感性、特异性、阳性似然比、阴性似然比及诊断比值比分别为0.94、0.95、19.9、0.07、296和0.85、0.88、7.1、0.17、42; SROC曲线下面积分别为0.98和0.93, 差异无统计学意义。结论: 肺部超声诊断新生儿呼吸窘迫综合征的敏感性高于x线, 具有更好的临床应用价值。

关键词

肺部超声, 胸部X线, 新生儿呼吸窘迫综合征, Meta分析

Value of Lung Ultrasound and Chest X-Ray Examination in Diagnosis of Neonatal Respiratory Distress Syndrome: A Meta-Analysis

Qingmei Liu¹, Mingliang Yi^{2*}

*通讯作者。

¹Department of Clinical Medicine, North Sichuan Medical College, Nanchong Sichuan

²Department of Anesthesiology, Chengdu Fifth People's Hospital, Chengdu Sichuan

Received: Nov. 7th, 2023; accepted: Dec. 1st, 2023; published: Dec. 11th, 2023

Abstract

Objective: To assess the diagnostic value of lung ultrasound and chest x-ray examination for neonatal respiratory distress syndrome by Meta-analysis. **Methods:** Literatures about the diagnostic tests of neonatal respiratory distress syndrome with lung ultrasound and chest x-ray examination were retrieved in databases including Pub Med, Cochrane Library, Embase, Web of science, CNKI, VIP, SinoMed and Wanfang Data Service Platform, and were dated from the establishment of database to 1 May 2023. The literatures that comply with the inclusion and exclusion criteria were screened out strictly, extracted data and the quality of literature was assessed. Using the Stata 14.0 software detected heterogeneity, the combined sensitivity, specificity, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio and diagnostic ratio of the two methods for the diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome were calculated, and the SROC curves was drawn, and the area under the SROC curve was obtained. **Results:** Totally 12 diagnostic tests and 1314 neonatal were involved. The results of Meta-analysis showed that the sensitivity, specificity, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio and diagnostic odds ratio for neonatal respiratory distress syndrome diagnosis with lung ultrasound and chest x-ray examination were 0.94, 0.95, 19.9, 0.07, 296 and 0.85, 0.88, 7.1, 0.17, 42, respectively. The areas under SROC curves were respectively 0.98 and 0.93; there was no significant difference. **Conclusion:** Comparing with chest x-ray examination, lung ultrasound has better diagnostic value for neonatal respiratory distress syndrome.

Keywords

Lung Ultrasound, Chest X-Ray, Neonatal Respiratory Distress Syndrome, Meta-Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新生儿呼吸窘迫综合征(neonatal respiratory distress syndrome, NRDS), 又称新生儿肺透明膜病。主要指新生儿由于肺部发育不成熟, 缺乏肺泡表面活性物质, 肺泡进行性萎陷, 使患儿出生后 4~12 小时内即出现进行性呼吸困难, 呻吟、发绀、吸气三凹征等呼吸衰竭症状[1]。新生儿呼吸窘迫综合征发病率与胎龄和体重有关, 胎龄越小, 体重越轻, 发病率及病死率越高[2]。因此, 早诊断及早治疗对新生儿呼吸窘迫综合征患者有重要意义。胸部 x 线检查是传统的检查方法, 但有一定的局限性, 目前关于放射性损伤对处于快速发育阶段新生儿的潜在危害仍无法预估[3]。超声具有操作简便易学、无射线辐射等优点, 但目前为止关于肺部超声诊断 NRDS 优势的研究报道较少, 无相关系统性评价[4]。所以从各数据库中搜集肺部超声与胸部 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的相关文献, 应用 Meta 分析相关统计学方法进行系统评价, 比较两种检查方法对新生儿呼吸窘迫综合征的临床诊断价值及利弊分析, 为临床工作应用肺部超声诊断 NRDS 提供有力证据。

2. 资料与方法

一、检索文献

计算机检索 Pub Med、Cochrane 图书馆、Embase、Web of science、SinoMed、中国知网、万方、维普等数据库, 搜索肺部超声与胸部 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的相关文献。检索时间从建库至 2023 年 5 月 1 日; 中文检索词包括超声、新生儿肺透明膜病、新生儿呼吸窘迫综合征, 英文检索词包括 Hyaline Membrane Diseases、Neonatal Respiratory Distress Syndrome、ultrasound、ultrasonography。

二、文献纳入及排除标准

纳入标准: ① 研究对象(实验组)为出生后出现呼吸困难的新生儿; ② 同一研究对象经肺部超声(12 分区法)与常规 x 线分别进行新生儿呼吸窘迫综合征的诊断; ③ 文献中明确了新生儿呼吸窘迫综合征以临床诊断的“金标准”; ④ 研究结果中有或可通过计算能够获取真阳性、假阳性、假阴性及真阴性四格表数据; ⑤ 两种诊断方法的间隔时间短。⑥ 语种包括中文和英文。⑦ 文献中有明确的肺部超声检查仪器, x 线检查仪器及方法; 排除标准: ① 肺部超声与常规 x 线的受检者非同一患者; ② 经验交流、文摘、讲座和综述类等二次文献及会议论文; ③ 资料、数据不全或重复发表的文献(重复发表的文献仅纳入质量最好或样本量最大的一篇)。

三、文献筛选与资料提取

严格按照纳入、排除标准及相关标准, 由两位研究人员独立评价筛选文献并提取相关数据, 包括四表格数据资料、文章题目、发表时间、作者、盲法、肺超声及 x 线检查方法及诊断标准、金标准等; 对有争议的文献及资料数据由第三研究人员参与讨论提取。

四、纳入文献的质量评价

由两名研究人员采用诊断性试验质量评价工具 QUADAS [5] 独立评价纳入文献的方法学质量, 意见不一致时讨论后达成一致。QUADAS 工具的对病例筛选、待评价试验、金标准、病例实施步骤及进程 4 个部分 14 个条目, 分别做出“是”、“否”或“不清楚”的评价。

五、统计学处理

采用 Meta-Disc 1.4 统计学软件进行敏感性对数与(1-特异性)对数的 Spearman 相关系数计算, 评价是否有阈值效应所引起的异质性。应用 Endnote × 9 软件筛选管理文献。使用 Stata/MP14.0 统计学软件中的 midas 命令进行相关数据分析, 绘制森林图, 计算统计量 I^2 与 P 值进行异质性评估, 异质性较大时需使用单因素 meta 回归分析及敏感性分析异质性来源, 并剔除存在明显异质性的文献; 汇总肺部超声及常规 x 线两组纳入研究的四格表数据, 使用双变量混合效应模型[6], 将两组的灵敏度、特异度、95% 可信区间(95%CI)、阴性似然比、阳性似然比、诊断比值比进行合并分析; 绘制综合受试者工作特征曲线(SROC), 并计算曲线下面积(AUC); 绘制 Deeks' Funnel Plot 漏斗图检验文献发表偏倚($P < 0.05$); 绘制 Fagan 图比较两组验前及验后概率。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

研究所得数据利用 SPSS 19.0 统计学软件进行分析, 计量资料以($\pm s$)表示, 采用 t 检验; 计数资料以(%)表示, 采用 χ^2 检验, 若 $P < 0.05$ 则可认为本次研究两组间数据具有统计学意义。

3. 结果

一、文献检索结果

共检索 2941 篇文献, 其中 EMBASE 1050 篇、PubMed 611 篇、web of science 714 篇、The Cochrane Library 101 篇、CNKI 155 篇、WANFANG 78 篇、CBM 89 篇、VIP 93 篇, 经逐层筛选最终纳入 12 篇[7]-[18], 包括 11 篇中文文献和 1 篇英文文献, 共 1314 个新生儿。文献筛选流程图见图 1, 纳入文献的基本特征见表 1 和质量评价见图 2。

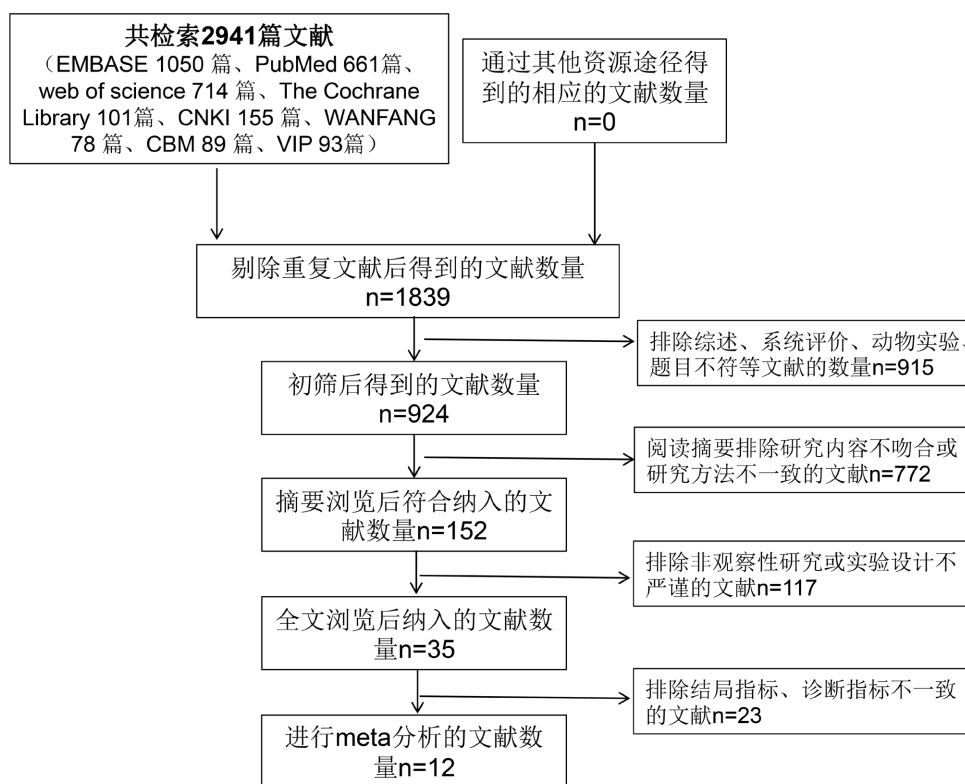


Figure 1. Flow chart of literature screening
图 1. 文献筛选流程图

Table 1. Basic characteristics of literature
表 1. 文献的基本特征

作者	发表 时间 (年)	研究对象	NRDS 诊断 金标准	研究 类型	盲法	样本 量	肺部超声				x 线			
							TP	FP	TN	FN	TP	FP	TN	FN
Jagla, Mateusz	2019	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	50	21	2	25	2	16	5	22	7
高月	2021	早产儿足月儿	临床 诊断	回顾性	是	86	26	4	50	6	28	2	52	4
安晓玲	2017	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	不清楚	62	21	2	37	2	20	3	36	3
丘燕萍	2019	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	不清楚	80	26	2	51	1	23	5	48	4
王旭	2020	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	86	51	2	29	4	43	8	23	12
杨莲芳	2020	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	74	52	2	18	2	51	3	17	3
尹旭	2018	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	198	124	5	61	8	112	8	58	20
洁郭	2022	早产儿足月儿	临床 诊断	回顾性	是	50	25	5	17	3	23	12	10	5
陈勇才	2020	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	197	127	3	65	2	110	20	59	8
宁浩杰	2020	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	不清楚	163	54	2	104	3	48	12	94	9
李春艳	2019	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	108	35	3	69	1	31	7	65	5
柳慧	2022	早产儿足月儿	临床 诊断	前瞻性	是	160	70	2	84	4	62	14	72	12

	Q1	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q78	Q9
Jagla, Mateusz	+	+	?	+	+	+	+	+	?	+	+	?	+	-
Yue Gao	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xiaoling An	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Yanping Qiu	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Xu Wang	-	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	+	+	+
Lianfang Yang	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Xu Yin	+	+	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+
Yongcai Chen	+	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	+	+	+
Haojie Ning	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Chunyan Li	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
hui Liu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
jie Guo	+	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	+	+	+

Figure 2. QUADAS scale

图 2. QUADAS 量表

QUADAS 量表评价条目 1: 病例谱是否包含了各种病例及易混淆的疾病病例; 2: 研究对象的选择标准是否明确; 3: 金标准能否准确区分有病、无病状态; 4: 金标准和诊断试验检测的间隔时间是否足够短, 以避免出现疾病病情的变化; 5: 是否所有的样本或随机选择的样本均接受了金标准; 6: 是否所有病例无论诊断试验的结果如何均接受了相同的金标准; 7: 金标准是否独立于诊断试验(即诊断试验不包含在金标准中); 8: 诊断试验的操作是否描述得足够清楚且可重复进行; 9: 金标准的操作是否描述得足够清楚且可重复进行; 10: 诊断试验的结果解释是否在不知晓金标准结果的情况下进行的; 11: 金标准的结果解释是否在不知晓诊断试验结果的情况下进行的; 12: 当解释试验结果时可获得的临床资料是否与实际应用中可获得的临床资料一致; 13: 是否报道了难以解释、中间试验的结果; 14: 对退出研究的病例是否进行解释。

二、Meta 分析结果

1) 阈值效应: MetaDisc 软件分析肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的 Spearman 相关系数分别为-0.309 和-0.709 (均 $P > 0.05$), 提示不存在阈值效应。采用随机效应模型绘制二者的 SROC 曲线, 其曲线下面积分别为 0.98 和 0.92 ($P > 0.05$), Q^* 指数分别为 0.94 和 0.85。见图 3, 图 4。将纳入文献逐一排除, 结果未发生大的改变。

2) 异质性、敏感性分析:

对纳入的 12 篇文献进行异质性分析, x 线检查的敏感性 $I^2 = 38.68\%$, $P = 0.08 < 0.1$; 特异性 $I^2 = 76.85\%$, $P = 0 < 0.1$, 异质性明显, 见图 5。进行敏感性分析, 去除陈勇才[15], 郭洁[14]这两篇文献后, x 线检查的敏感性 $I^2 = 13.85\%$, $P = 0.32 > 0.1$; 特异性 $I^2 = 32.49\%$, $P = 0.15 > 0.1$, 提示本篇 meta 分析的异质性主要来源于此文献, 遂剔除此两篇文献, 见图 6、图 7。

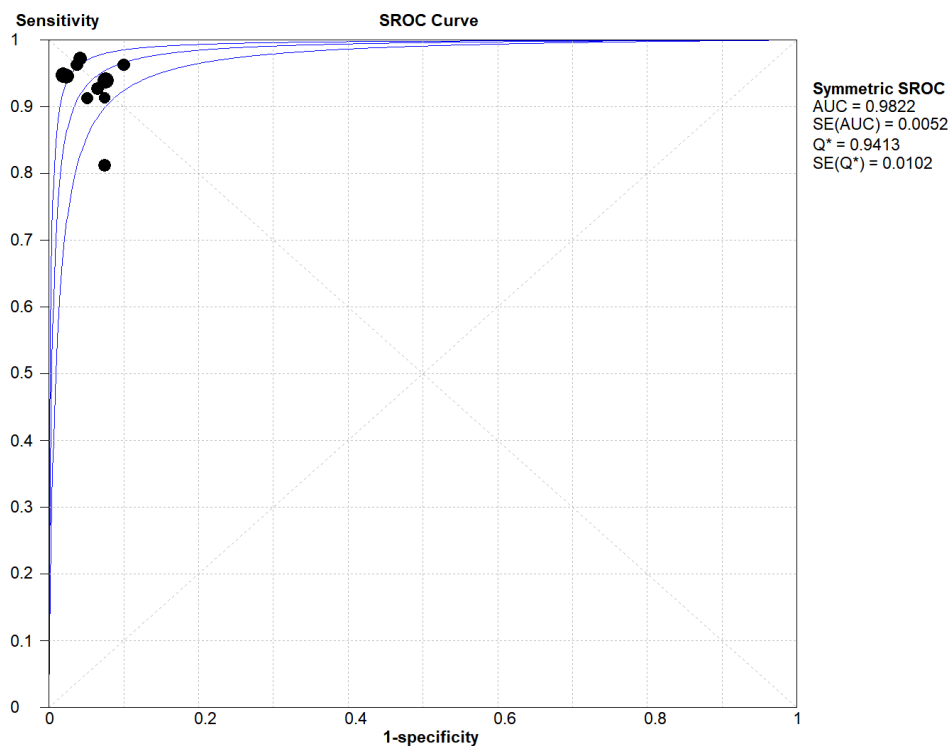


Figure 3. Pulmonary ultrasound
图 3. 肺部超声

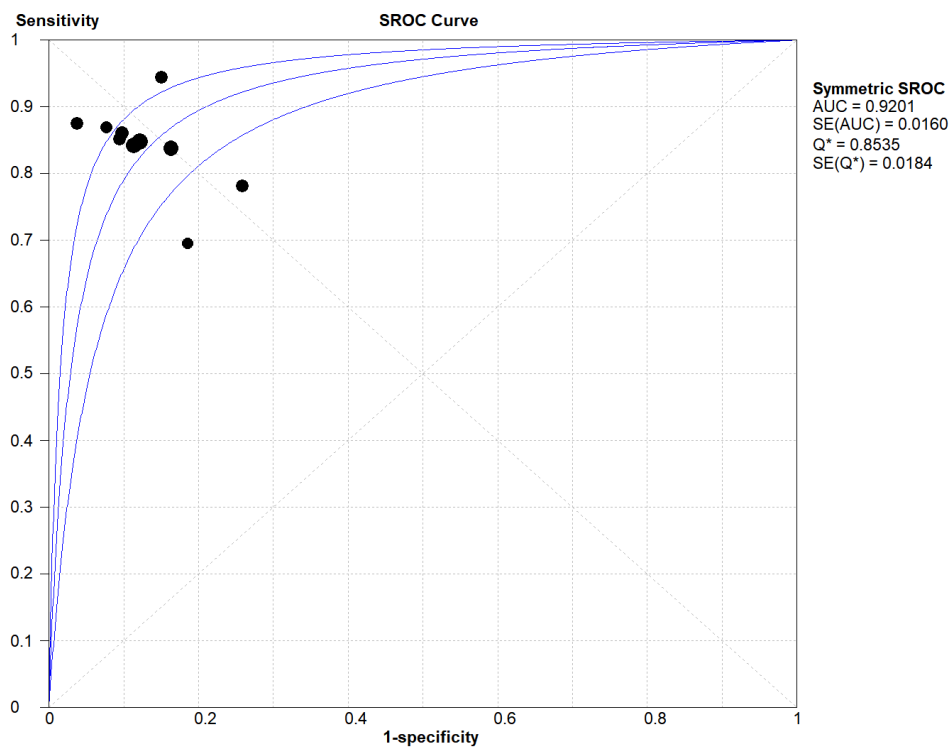


Figure 4. Conventional X-ray
图 4. 常规 x 线

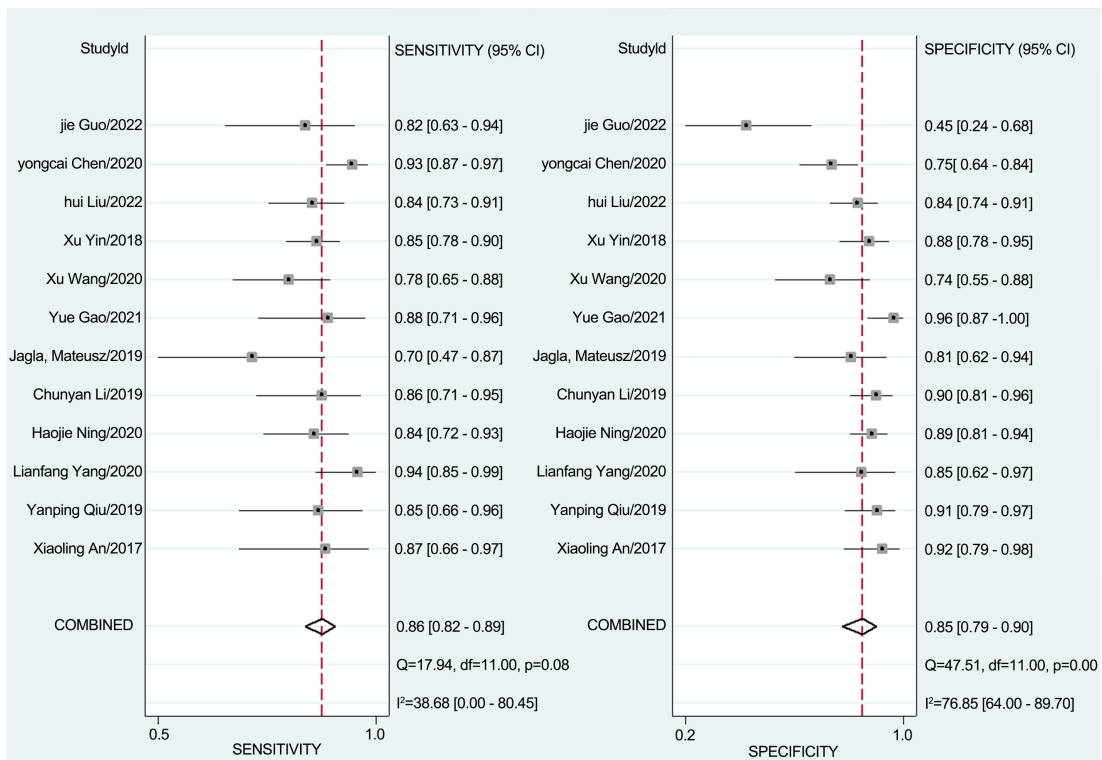


Figure 5. Conventional X-ray: Forest
 图 5. 常规 x 线: 森林图

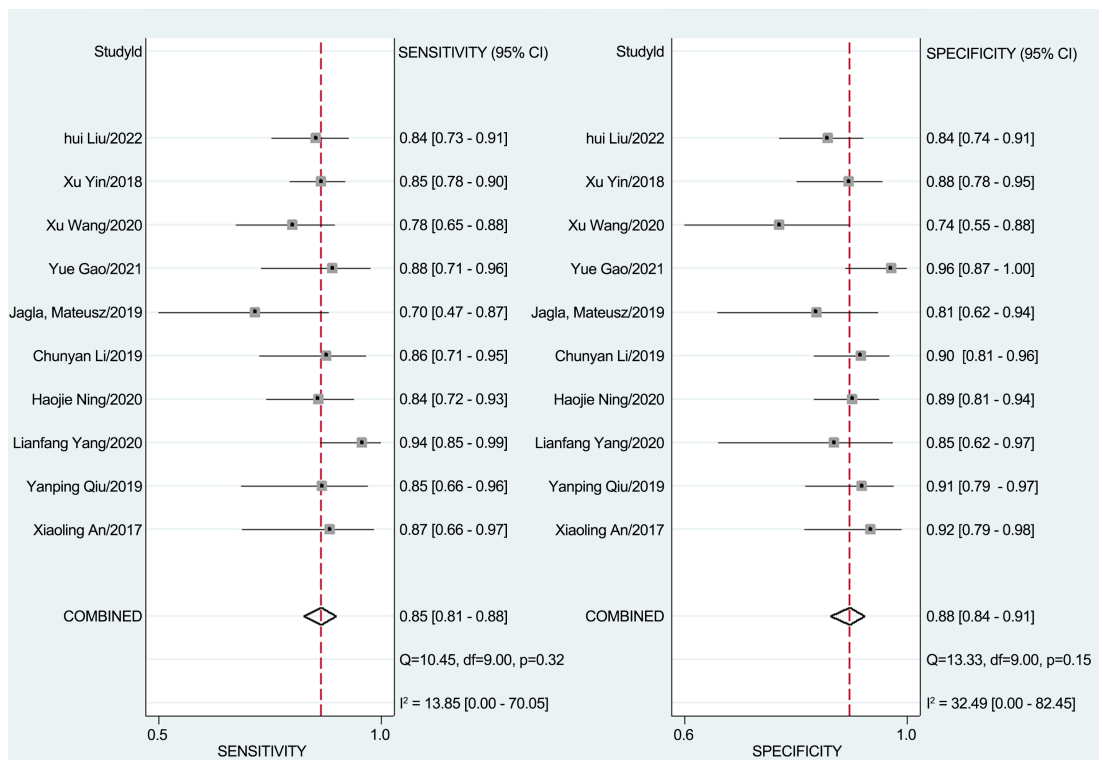


Figure 6. Conventional X-ray: Forest Map
 图 6. 常规 x 线: 森林图

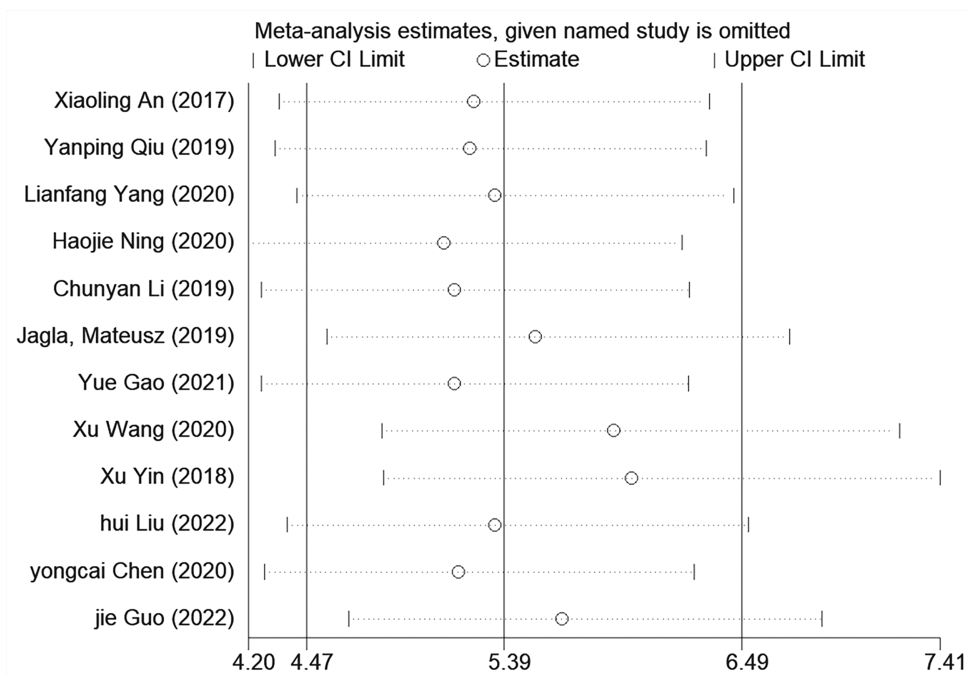


Figure 7. Routine X-ray: sensitivity analysis
图 7. 常规 x 线: 敏感性分析

3) 诊断指标汇总结果

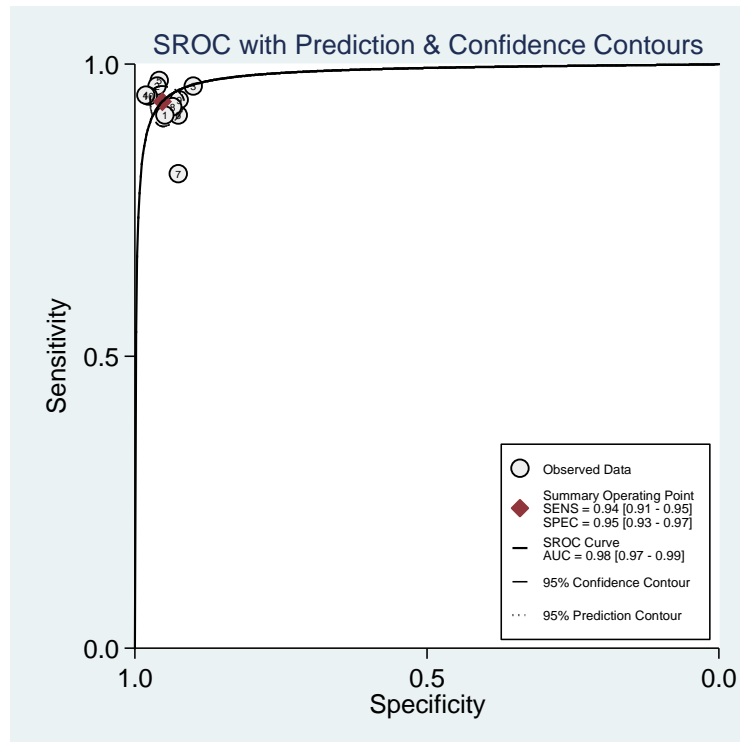
使用 Stata14.0 中 MIDAS 命令, 采用双变量混合效应模型对纳入的研究数据进行分析, 肺部超声诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并敏感度为 0.94, 95%CI [0.91, 0.95], 合并特异度为 0.95, 95%CI [0.93, 0.97], 合并阳性似然比为 19.9, 95%CI [13.5, 29.4], 合并阴性似然比为 0.07, 95%CI [0.05, 0.09], 合并诊断优势比为 296, 95%CI [170, 517], 拟合 ROC 曲线下面积 0.98, 95%CI [0.97, 0.99]。常规 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并敏感度为 0.85, 95%CI [0.81, 0.88], 合并特异度为 0.88, 95%CI [0.84, 0.91], 合并阳性似然比为 7.1, 95%CI [5.3, 9.6], 合并阴性似然比为 0.17, 95%CI [0.13, 0.22], 合并诊断优势比为 42, 95%CI [26, 68], 拟合 ROC 曲线下面积 0.93, 95%CI [0.90, 0.95], 见表 2。

Table 2. Summary results of diagnostic indicators for two inspection methods
表 2. 两种检查方法诊断指标汇总结果

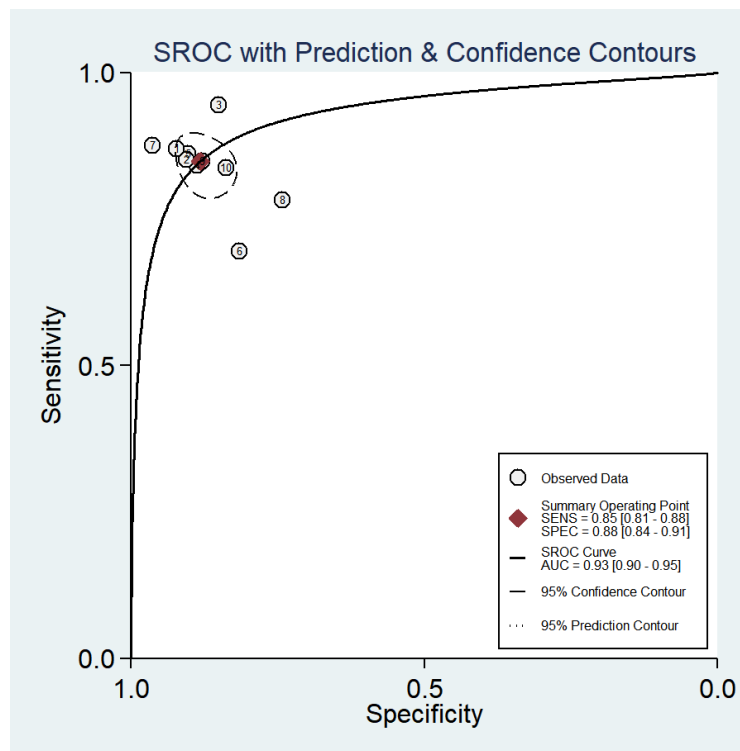
检查方法	合并敏感性 (95%CI)	合并特异性 (95%CI)	合并阳性似然比(95%CI)	合并阴性似然比(95%CI)	合并诊断比值比(95%CI)	AUROC	验前概率 (%)	验后概率 (%)
超声	0.94 [0.91, 0.95]	0.95 [0.93, 0.97]	19.9 [13.5, 29.4]	0.07 [0.05, 0.09]	296 [170, 517]	0.98 [0.97, 0.99]	48	95
x 线	0.85 [0.81, 0.88]	0.88 [0.84, 0.91]	7.1 [5.3, 9.6]	0.17 [0.13, 0.22]	42 [26, 68]	0.93 [0.90, 0.95]	48	87

4) 绘制森林图及 SROC 曲线

肺部超声诊断新生儿呼吸窘迫综合征的 SROC 较常规 x 线大, 差异有统计学意义($P < 0.01$), 见图 8。去除陈勇才[15], 郭洁[14]这两篇文献后, 超声检查的敏感性 $I^2 = 15.53\%$, $P = 0.30 > 0.1$; 特异性 $I^2 = 0.00\%$, $P = 0.62 > 0.1$, 提示本篇 meta 分析的文献无异质性, 见图 9。



A: 肺部超声



B: x 线

Figure 8. SROC curve of pulmonary ultrasound and X-ray diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome

图 8. 肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的 SROC 曲线图

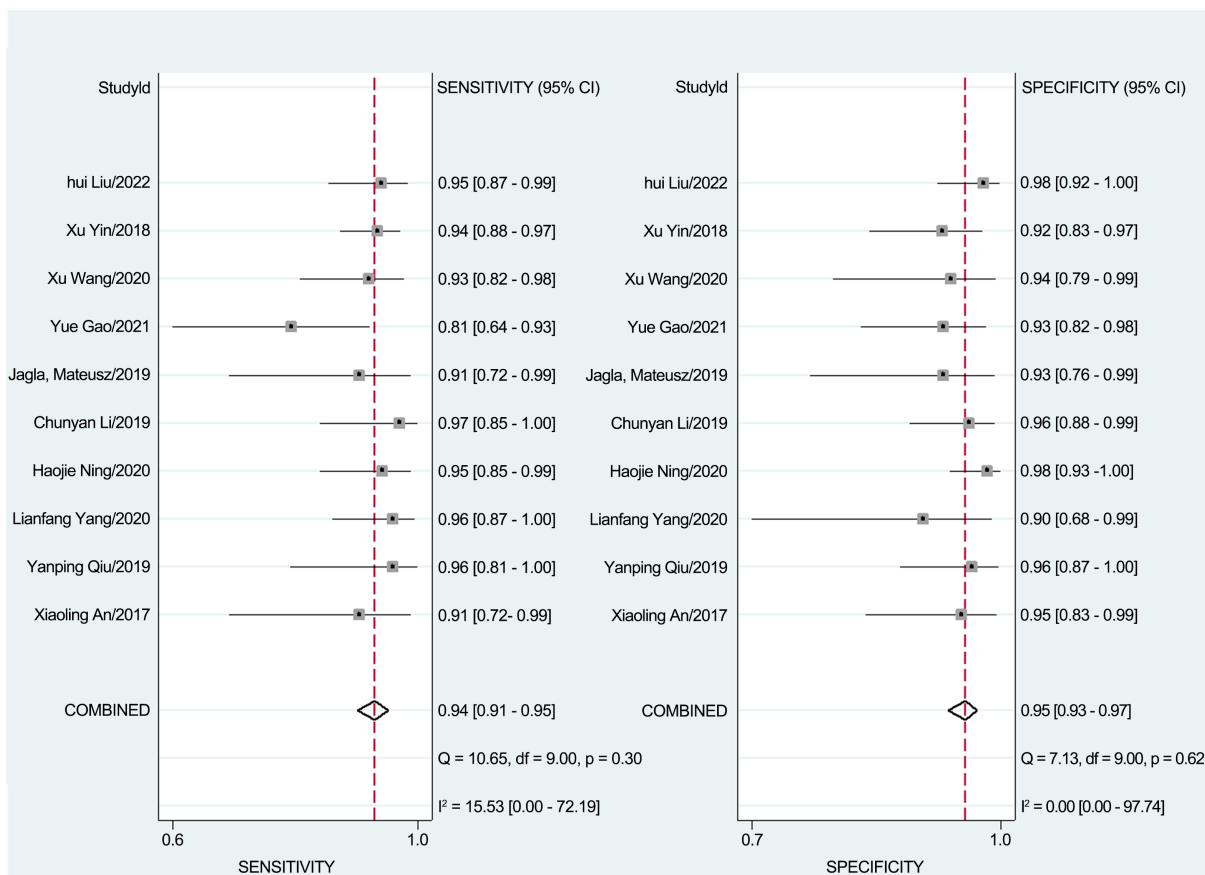
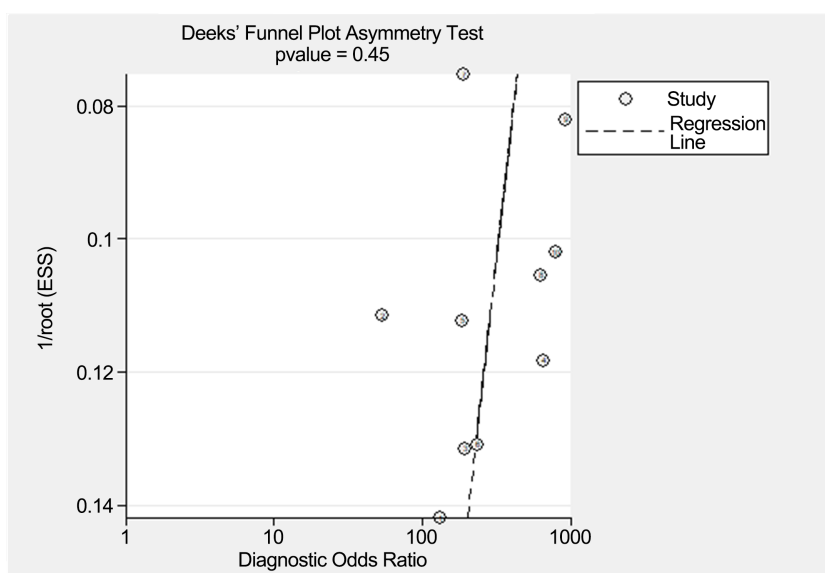


Figure 9. Forest plot of pulmonary ultrasound for the diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome
图 9. 肺部超声诊断新生儿呼吸窘迫综合症的森林图

5) 发表偏倚性: Deeks 漏斗图大致对称, 提示肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合症的诊断均无发表偏倚性($t = -0.8, -0.01; P = 0.45, 1$), 见图 10。



A: 肺部超声

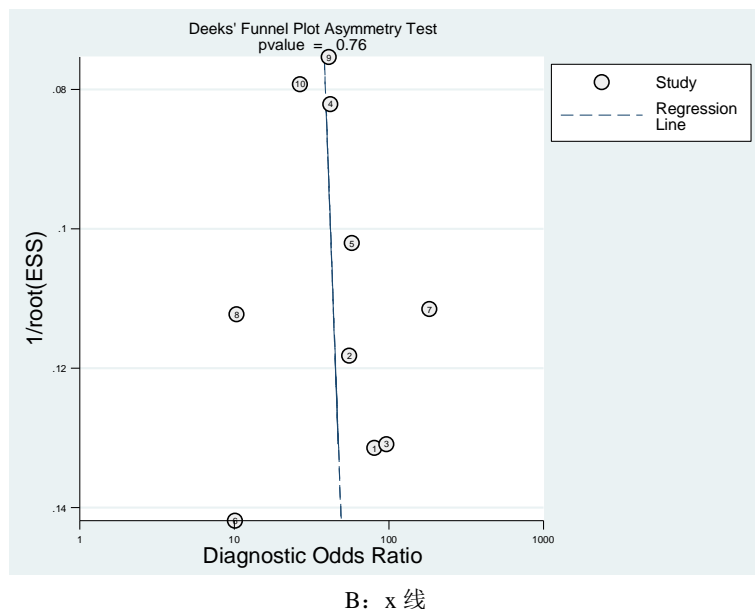


Figure 10. Funnel plot of biased publication of pulmonary ultrasound and X-ray diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome

图 10. 肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征发表偏倚性的漏斗图

6) 临床价值分析

肺部超声和 x 线的验后概率分别为 95% 和 87%，远高于验前概率(48%)，说明两种方法用于新生儿呼吸窘迫综合征的诊断均有效，肺部超声的诊断价值更高。肺部超声诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并阴性似然比 < 0.1，合并阳性似然比 > 10，再次证明肺部超声诊断 NRDS 的准确度更高，见图 11。

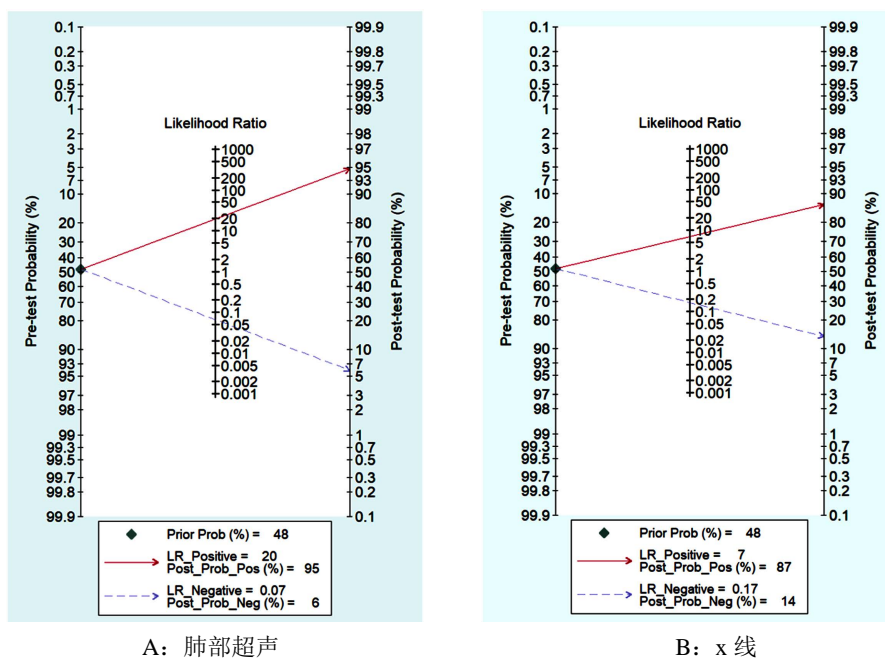


Figure 11. Fagan diagram of pulmonary ultrasound and X-ray diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome

图 11. 肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的 Fagan 图

4. 讨论

新生儿呼吸窘迫综合征是新生儿的严重疾病, 主要由肺部发育不成熟及肺表面活性物质缺乏所致, 肺组织顺应性下降, 肺不张, 通气血流比例失调及出生后不久进行性呼吸窘迫为特征, 死亡率较高, 若不能及时诊断治疗, 可致严重呼衰, 甚至死亡[19]。所以尽早对新生儿呼吸窘迫综合征进行诊断及治疗对提高患儿的生存率及改善预后具有重要意义。含气组织以前一直被认为是超声检查的禁区, 因为超声波无法穿透气体, 会在气体与其他组织的交界处产生伪影, 不利于影像的形成。1992年法国医生 Daniel A. Lichtenstein 教授(“世界肺部超声之父”)出版了第一部肺部超声相关的专著[20], 肺部超声技术才逐渐应用于临床, 并且快速发展, 该团队总结了肺超声的 10 个影像学特征: A 线、四边形征、蝙蝠征、肺滑动征、正弦波征、B 线、肺实变、平流层征、肺点等。肺部超声在临床上应用越来越广泛且承担了越来越重要的角色。肺部超声技术简单易学, 可行性大, 并且方便、快捷、实时动态观察、可携带、可重复、无辐射等相关优点, 适用于各种不同的临床情况。而 x 线检查的电离辐射具有积累性的人体损害特点, 能够诱导细胞突变或者死亡, 新生儿生长发育及细胞分化成熟进展迅速, 而分化期细胞对射线损伤更为敏感, 被认为具有致癌、致畸的作用[21][22]更是使用的禁忌症。所以肺部超声在发现和诊断疾病方面是临床疾病治疗的有利工具。

本文应用 Meta 对两种诊断方法的指标进行计算并定量汇总分析, 并比较两种方法在新生儿呼吸窘迫综合征诊断中的价值。结果显示肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的曲线下面积分别为 0.98 和 0.92 ($P > 0.05$), 说明两者的诊断效能均较高, 但肺部超声的诊断价值高于常规 x 线。本研究通过绘制 Fagan 图分析肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征诊断的有效性, 结果显示 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征的合并阴性似然比 > 0.1 , 合并阳性似然比均 < 10 , 说明常规 x 线方法对新生儿呼吸窘迫综合征的临床诊断和排除诊断价值有限, 还需要结合其他临床资料和检查综合分析。而肺部超声的诊断价值更高。

随着诊断性试验的不断发展, 不同时间、不同研究人员对同一诊断试验所应用的诊断界值不同会造成阈值效应, 这是引起 meta 分析异质性较大的重要原因之一[23]。本研究通过计算 Spearman 相关系数, 提示无阈值效应引起的异质性; Meta 分析提示 x 线的研究存在轻度异质性($I^2 < 35\%$), 说明 x 线诊断研究受到其他因素的轻度干扰, 如仪器、操作人员、诊断人员不同, 仪器、图像分析软件不同。以及新生儿疾病的严重程度不同等。所以, 异质性的排除需要控制变量及相关操作指南规范条件, 使其成为 x 线诊断 NRDS 的标准规范检查工具。

本研究可能存在的偏倚: ① 进行 meta 分析的文献资料不完整; ② 只检索中、英文文献, 可能存在偏倚; ③ 诊断标准存在主观性。但本 Meta 分析是基于严格的纳入、排除标准和质量评价标准下的定量合并分析, 研究样本量较大, 具有较高的研究效能和可信度。

5. 结论

综上所述, 肺部超声与 x 线诊断新生儿呼吸窘迫综合征诊断中均有较高价值, 且肺部超声的诊断价值较常规 x 线高, 肺部超声对 NRDS 的临床诊断进行了有效补充, 肺部超声的诊断前景今后仍需高质量的研究进一步验证。

参考文献

- [1] Liu, J. (2023) Ultrasound Diagnosis and Grading Criteria of Neonatal Respiratory Distress Syndrome. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 36, Article ID: 2206943. <https://doi.org/10.1080/14767058.2023.2206943>
- [2] Andrikopoulou, M., Emeruwa, U.N., Ludwig, E., Overton, E. and Gyamfi-Bannerman, C. (2021) Race and Neonatal

- Respiratory Morbidity in the Late Preterm Period. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, **3**, Article ID: 100408. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2021.100408>
- [3] Renz, D.M., Huisinga, C., Pfeil, A., *et al.* (2022) Röntgenuntersuchungen des Thorax bei Kindern und Jugendlichen: Indikationen und Limitationen [Chest X-Rays in Children and Adolescents: Indications and Limitations]. *Der Radiologe*, **62**, 140-148. <https://doi.org/10.1007/s00117-021-00954-9>
- [4] Srinivasan, S., Kumar, P.G., Govil, D., *et al.* (2022) Competencies for Point-of-Care Ultrasonography in ICU: An ISCCM Expert Panel Practice Recommendation. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, **26**, S7-S12. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24199>
- [5] Huang, Q.X. and Huang, X.W. (2022) QUADAS-2 Tool for Quality Assessment in Diagnostic Meta-Analysis. *Annals of Palliative Medicine*, **11**, 1844-1845. <https://doi.org/10.21037/apm-22-204>
- [6] Reitsma, J.B., Glas, A.S., Rutjes, A.W., Scholten, R.J., Bossuyt, P.M. and Zwinderman, A.H. (2005) Bivariate Analysis of Sensitivity and Specificity Produces Informative Summary Measures in Diagnostic Reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, **58**, 982-990. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2005.02.022>
- [7] Jagła, M., Grudziń, A., Starzec, K., Tomasik, T., Zasada, M. and Kwinta, P. (2019) Lung Ultrasound in the Diagnosis of Neonatal Respiratory Failure Prior to Patient Transport. *Journal of Clinical Ultrasound*, **47**, 518-525. <https://doi.org/10.1002/jcu.22766>
- [8] 高月, 邹永蓉, 陈伟, 等. X 射线与超声在鉴别新生儿暂时性呼吸增快症及呼吸窘迫综合征中的对比研究[J]. 中国医学装备, 2021, 18(8): 64-67.
- [9] 安晓玲, 郝荣, 苏海砾. 超声在新生儿呼吸窘迫综合征及新生儿湿肺诊断中的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2017, 33(3): 217-220.
- [10] 丘燕萍. 床旁超声在新生儿呼吸窘迫综合征及新生儿湿肺诊断中的价值[J]. 当代医学, 2019, 25(23): 181-182.
- [11] 王旭. 对比肺部超声与 X 线对新生儿呼吸窘迫综合征的诊断价值[J]. 当代医学, 2020, 26(26): 185-186.
- [12] 杨莲芳, 陈艳, 龚向英, 等. 肺部超声检查在新生儿呼吸窘迫综合征早期诊断中的应用[J]. 浙江医学, 2020, 42(1): 78-80.
- [13] 尹旭, 王倩. 肺部超声与 X 线在新生儿呼吸窘迫综合征中的诊断价值对比研究[J]. 检验医学与临床, 2018, 15(8): 1077-1079.
- [14] 郭洁, 林建奎, 李正浩. 肺部超声与 X 线检查在新生儿呼吸窘迫综合征和新生儿支气管肺发育不良中的诊断价值分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2022, 6(11): 107-110.
- [15] 陈勇才, 陈健. 肺部超声与 X 线在早期诊断新生儿呼吸窘迫综合征中的应用价值[J]. 包头医学院学报, 2020, 36(8): 43-46.
- [16] 宁浩杰, 韦德湛, 罗慧, 等. 高频肺部超声结合分区扫描早期鉴别新生儿肺透明膜病及湿肺的研究[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(21): 4177-4181.
- [17] 李春艳. 探讨比较肺脏超声及 X 线在新生儿呼吸窘迫综合征及新生儿湿肺诊断中的价值[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(97): 179, 183.
- [18] 柳慧, 王英俊. 肺部超声和胸部 X 线对新生儿呼吸窘迫综合征的诊断效能比较[J]. 临床医学工程, 2022, 29(1): 15-16.
- [19] Liu, C., Wang, K., Huang, G., *et al.* (2023) Association of Small-for-Gestational-Age Status with Mortality and Morbidity in Very Preterm Chinese Infants. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, **36**, Article ID: 2258257. <https://doi.org/10.1080/14767058.2023.2258257>
- [20] Lichtenstein, D.A. (1992) *L'echographie generale en reanimation*. 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin.
- [21] Gao, Y.Q., Qiu, R.X., Liu, J., Zhang, L., Ren, X.L. and Qin, S.J. (2022) 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. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, **35**, 3565-3572. <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1830369>
- [22] 王会霞. 肺 12 区超声评分在新生儿呼吸窘迫综合征诊治和评估撤机中的应用价值[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏医科大学, 2023. <https://doi.org/10.27258/d.cnki.gnxyc.2022.000341>
- [23] Zamora, J., Abairra, V., Muriel, A., Khan, K. and Coomarasamy, A. (2006) Meta-DiSc: A Software for Meta-Analysis of Test Accuracy Data. *BMC Medical Research Methodology*, **6**, Article No. 31. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-6-31>