

Application of Low-dose MSCT and X-ray in the Diagnosis of Neonatal Respiratory Distress Syndrome

论 著

ZHANG Jing*, REN Ya-fang, WANG Pin, QI Yu-min, FENG Yuan.

Department of Neonatology, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

低剂量MSCT与X线在新生儿呼吸窘迫综合征诊断中的应用研究

张 靖* 任亚方 王 品
齐玉敏 冯 园

南阳市中心医院新生儿科(河南南阳 473000)

【摘要】目的 探究低剂量多层螺旋CT(MSCT)与X线在新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)诊断中的应用价值。**方法** 收集2019年1月至2024年2月我院收治的100例NRDS的病例资料,均接受MSCT及X线检查,观察其MSCT及X线特点,评估其两者对NRDS的诊断效能。**结果** (1)100例NRDS患儿的MSCT图像中图像质量优42例(42.00%),图像质量良37例(37.00%),图像质量合格20例(20.00%),1例患儿图像质量不合格,图像质量合格率为99.00%,经镇静后重新检查,合格率为100%。100例NRDS患儿中,35例(35.00%)患儿MSCT示双肺野呈大片状,且形状不对称,边缘模糊,形成浸润影,双肺背部肺组织改变更明显;20例(20.00%)患儿MSCT示双肺纹理增多,且纹理模糊,沿肺纹理可见斑点状影或模糊小斑片状影;30例(30.00%)患儿MSCT示双肺呈低透亮度,可见磨玻璃样;15例(15.00%)患儿MSCT示双肺野密度均升高,且呈白肺,其中10例(10.00%)患儿呈现肺组织受压,纵隔移位至健侧表现。(2)100例NRDS患儿中,58例(58.00%)患儿X线示双肺可见广泛细颗粒网状影,心影、横膈均清晰可见,且伴有支气管充气征;42例(42.00%)患儿X线示双肺野一致性密度升高,见“白肺”及明显支气管充气征,心影、横膈边缘难以分辨;(3)以临床诊断为金标准,MSCT诊断NRDS的准确率为91.00%,敏感度为94.31%,特异性为66.67%;X线诊断NRDS的准确率为80.00%,敏感度为85.22%,特异性为41.67%;MSCT+X线对NRDS的诊断效能最高,诊断准确率为97.00%,敏感度为97.73%,特异性为91.67%。**结论** 低剂量MSCT及X线对NRDS均具备良好的诊断价值,且MSCT相较X线诊断效能更高,但两者联合诊断可进一步提高诊断效能。

【关键词】 低剂量多层螺旋CT; X线;
新生儿呼吸窘迫综合征; 应用效果

【中图分类号】R814

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.013

ABSTRACT

Objective To explore the application value of low-dose multi-slice spiral CT (MSCT) and X-ray in the diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome (NRDS). **Methods** The case data of 100 children with NRDS in the hospital were collected from January 2019 to February 2024. All patients received MSCT and X-ray examination. The characteristics of MSCT and X-ray were observed, and the diagnostic efficiency of the two methods on NRDS was evaluated. **Results** (1) Among the MSCT images of 100 children with NRDS, there were 42 cases (42.00%) of excellent image quality, 37 cases (37.00%) of good image quality, 20 cases (20.00%) of qualified image quality and 1 case of unqualified image quality, with a qualified rate of 99.00%. After sedation, the qualified rate was 100%. Among the 100 children with NRDS, MSCT of 35 cases (35.00%) showed large patchy lung fields, with asymmetric shape and blurred edges, forming infiltration shadows, and more obvious changes in lung tissue on the back of both lungs. MSCT of 20 cases (20.00%) showed increased and blurred lung texture, and mottled shadows or blurred small patchy shadows could be seen along the lung texture. MSCT of 30 cases (30.00%) showed low opacity in both lungs, showing ground glass. MSCT showed increased density in both lung fields and white lung in 15 cases (15.00%), among which 10 cases (10.00%) showed compression of lung tissue and mediastinum displacement to healthy side. (2) Among the 100 children with NRDS, X-ray of 58 cases (58.00%) showed extensive fine-grained reticular shadows in both lungs, and the heart shadow and transverse septum were clearly visible, accompanied by bronchial inflation sign. X-ray of 42 cases (42.00%) showed increased consistency density in both lung fields, white lung and obvious air bronchogram, and the heart shadow and transverse septal margin were difficult to distinguish. (3) With clinical diagnosis as the gold standard, the accuracy rate, sensitivity and specificity in the diagnosis of NRDS were 91.00%, 94.31% and 66.67% of MSCT, and were 80.00%, 85.22% and 41.67% of X-ray. MSCT+X-ray had the highest diagnostic efficiency on NRDS, with diagnostic accuracy of 97.00%, sensitivity of 97.73% and specificity of 91.67%. **Conclusion** Low-dose MSCT and X-ray have good diagnostic value on NRDS, and MSCT has higher diagnostic efficiency than X-ray, but the combined diagnosis of the two can further improve the diagnostic efficiency.

Keywords: Low-dose Multi-slice Spiral CT; X-Ray; Neonatal Respiratory Distress Syndrome; Application Effect

新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)主要发生于早产儿,其是由于肺部发育不完全引起的,早产儿肺泡表面活性物质合成不足,导致肺泡塌陷,其无法保持扩张状态,导致呼吸困难^[1-2]。患儿常表现为呼吸急促、鼻翼扇动、胸部凹陷等症状,若未能及时诊断和治疗,可能引发持续性低氧血症、肺部感染、肺气肿等严重并发症,甚至危及生命^[3-4]。在临床诊断中通常使用胸部X线检查、血气分析和临床症状评估诊断NRDS病情,胸部X线检查可以显示典型的“磨砂玻璃”影像,但也可能与其他肺部疾病有所重叠^[5]。血气分析则帮助评估氧合状态和二氧化碳排除情况,但无法直接确认表面活性物质的缺乏。因此,尽管上述方法对NRDS的诊断具有重要作用,但也存在一定的局限性,需要结合临床表现和其他检查结果进行综合判断。多层螺旋CT(MSCT)是一种先进的成像系统,其是在单层螺旋CT的基础上发展而来,其具有多排宽探测器结构,球管一次曝光可同时获得多个层面的图像数据,可显著提升图像质量及扫描速度,可对头颈部、胸部、腹部、盆腔等内脏器官,以及四肢、骨关节、脊柱、韧带、大血管等病变进行明确的诊断^[6-7]。虽其具备高诊断准确率,但新生儿对辐射的敏感性较高,高剂量辐射可能对其生长发育产生不利影响,因此,在保证诊断质量的前提下,尽可能降低辐射剂量的低剂量MSCT是减少儿童辐射受量的重要措施,现已在儿童鼻窦炎的诊断中取得较高诊断价值^[8]。基于此,本研究将联合MSCT及X线联合诊断NRDS,观察其效能,并报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2019年1月至2024年2月我院收治的100例NRDS的病例资料,其中男56例,女44例;出生孕周28~36周,平均(33.09±1.42)周;出生日龄2~28 d,平均(15.69±3.58)d;出生体质量1428~2043 g,平均(1747.26±225.43)g;分娩方式:自然分娩42例,剖宫产58例。

纳入标准:符合NRDS的诊断标准^[9];均为我院分娩的新生儿;胎龄28~36周;动脉氧分压低于50mm H₂O;出生12 h内出现呼吸困难症状,且该症状持续加重;患儿监护人同意本次研究并签知情同意书。**排除标准:**伴有先天性心脏病、肺部疾病的患儿;伴有肺出血、气胸发生的患儿;不耐受MSCT及X线检查的患儿;伴有呼吸道畸形的患

【第一作者】张 靖,女,副主任医师,主要研究方向:新生儿。E-mail: 18637731783@163.com

【通讯作者】张 靖

儿；伴有遗传性疾病的患儿。

1.2 检查方法

1.2.1 MSCT检查 取患儿仰卧位，采用西门子多层螺旋CT系统(上海寰熙医疗器械有限公司, 型号: SOMATOM Emotion)对患儿胸部(始于肺尖, 终于肺底)进行平扫检查, 选择在患儿安静状态下进行检查, 无法安静的患儿使用水合氯醛溶液(剂量按体重8 mg/kg)对其进行镇静, 扫描参数: 管电压80 kV, 管电流50~250 mAs, 准直0.6 mm, 螺距1.000, 层厚、层间距5 mm。并进行薄层重建, 层厚、层间距1.5 mm, 重建层厚0.625 mm, 获取高分辨CT图像, 收集容积数据。

1.2.2 X线检查 取患儿仰卧位, 采用移动式X射线摄片机(南京普爱射线影像设备公司, 型号: PLX101C)对患儿胸部进行检查, 管电压50 kV, 管电流1.4 mAs, 在患儿胸部下方放置X线盒, 采集、保存X线图像。

1.3 图像分析 扫描完成后, 由2位影像经验丰富的影像科医师观察MSCT及X线检查结果, MSCT选择肺窗观察, 窗宽1500 HU, 窗位-600 HU, 观察磨玻璃影、胸腔积液、囊泡影及胸膜增厚等特点, 并计算囊泡影累及的肺叶数量。X线观察条絮影、透光度、支气管充气征、气胸及网织影等特点。并对其进行诊断, 如出现分歧, 当交由上一级医师进行诊断。并评估MSCT图像质量, 根据孔秋雁等^[10]的方法进行评估, 排除图像质量不合格的图像, 其不合格标准为: 有严重伪影, 噪声大, 或病灶、肺纹理显示不清晰, 无法诊断; 图像质量优的标准为: 无伪影, 噪声低, 病灶形态、数目及边缘显示清晰, 且密度均匀, 肺纹理显示清晰; 图像质量合格的标准为: 伪影少, 噪声较低, 病灶肺纹理显示比较清晰, 且图像质量不影响诊断; 图像质量介于合格与图像质量优之间的则为图像质量良。

1.4 统计学分析 运用SPSS 22.0软件进行统计学分析, 计数资料

(%)采用 χ^2 检验, 计量资料($\bar{x} \pm s$)采用t检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MSCT图像质量 100例NRDS患儿的MSCT图像中图像质量优42例(42.00%), 图像质量良37例(37.00%), 图像质量合格20例(20.00%), 1例患儿图像质量不合格, 图像质量合格率为99.00%, 经镇静后重新检查, 合格率为100%。

2.2 NRDS患儿MSCT影像学表现 100例NRDS患儿中, 35例患儿MSCT示双肺野呈大片状, 且形状不对称, 边缘模糊, 形成浸润影, 双肺背部肺组织改变更明显, 占比35%; 20例患儿MSCT示双肺纹理增多, 且纹理模糊, 沿肺纹理可见斑点状影或模糊小斑片状影, 占比20%; 30例患儿MSCT示双肺呈低透亮度, 可见磨玻璃样, 占比30%; 15例患儿MSCT示双肺野密度均升高, 且呈白肺, 占比15%, 其中10例患儿肺组织受压, 纵隔移位至健侧, 占比10%。

2.3 NRDS患儿X线影像学表现 100例NRDS患儿中, 58例患儿X线示双肺可见广泛细颗粒网状影, 心影、横隔均清晰可见, 且伴有支气管充气征, 占比58%; 42例患儿X线示双肺野一致性密度升高, 可见“白肺”及明显支气管充气征, 心影、横隔边缘难以分辨, 占比42%。

2.4 MSCT、X线及其两者联合对NRDS的诊断效能 本研究共收集100例NRDS病例, 以临床诊断为金标准, 经MSCT检查结果显示, 检出NRDS患儿87例, 非NRDS患儿13例, 其中83例NRDS、8例非NRDS与临床诊断相符; 经X线检查结果显示, 检出NRDS患儿82例, 非NRDS患儿18例, 其中75例NRDS、5例非NRDS与临床诊断相符。MSCT+X线对NRDS的诊断效能最高, 诊断准确率为

表1 MSCT、X线及其两者联合对NRDS的诊断效能(例)

检查结果		临床诊断		合计
		NRDS	非NRDS	
MSCT	NRDS	83	4	87
	非NRDS	5	8	13
X线	NRDS	75	7	82
	非NRDS	13	5	18
MSCT+X线	NRDS	86	1	87
	非NRDS	2	11	13
	合计	88	12	100

表2 MSCT、X线及其两者联合对NRDS的诊断效能

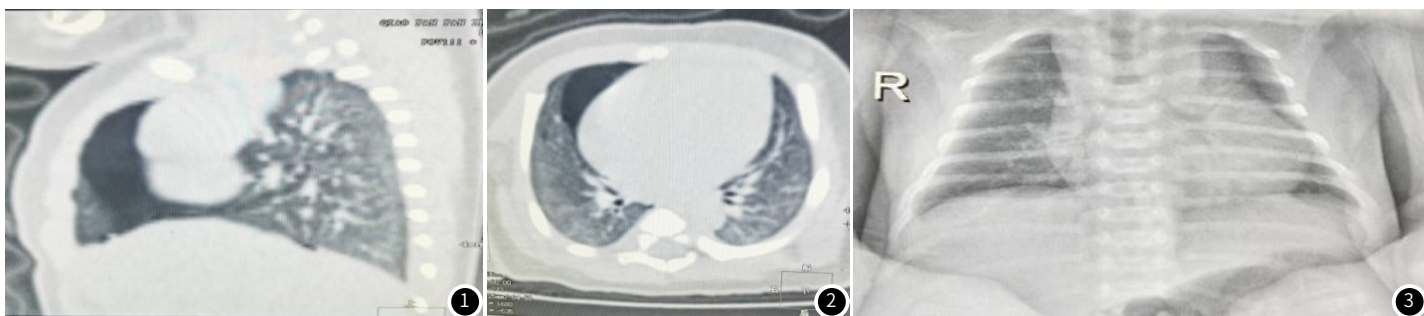
检查方法	敏感度	特异性	准确率	阳性预测值	阴性预测值	Kappa值
MSCT	94.31%	66.67%	91.00%	95.40%	61.54%	0.589
X线	85.22%	41.67%	80.00%	91.46%	27.78%	0.221
MSCT+X线	97.73%	91.67%	97.00%	98.85%	84.62%	0.863

97.00%, 敏感度为97.73%, 特异性为91.67%。见表1、2。

2.5 MSCT典型病例 男, 新生儿, 以“发现气促、青紫1小时”为主诉入院, 生后出现呼吸急促、三凹征阳性, 肺部呼吸音低, 经皮血氧饱和度88-90%, 胸部CT: 1.右侧气胸; 2.考虑双侧渗出

性病变, 见图1、2。

2.6 X线典型病例 男, 新生儿, 生后40分钟, 呻吟、口吐泡沫, 胸部X线显示: 双肺透亮度明显减低, 呈“白肺”样改变, 气管尚通畅, 双肺下叶可见斑片状密度增高影, 见图3。



3 讨论

NRDS是一种严重的呼吸系统疾病，其发病机制主要源于肺泡表面活性物质的缺乏，该物质对于维持肺泡的正常扩张和气体交换至关重要^[11]。当其缺乏时，肺泡壁表面张力增高，可能引起肺泡萎陷、肺不张，进而引发缺氧、酸中毒等一系列后果。而缺氧和酸中毒会进一步导致肺小动脉痉挛，肺动脉压力增高，卵圆孔及动脉导管开放，形成右向左分流，使肺灌流量下降，肺组织缺氧更加严重，上述一系列变化形成恶性循环，最终导致NRDS的发生^[12-13]。NRDS不仅会导致呼吸困难、紫绀和心动过速等急性症状，还可能引发呼吸衰竭、肺损伤、心血管影响等严重后果^[14]。长期来看，即使患儿疾病恢复，也可能面临肺功能异常、支气管痉挛、认知和学习障碍等长期影响，对其身体发育和健康造成深远影响。治疗NRDS的关键在于早期诊断和及时干预^[15]。早期诊断NRDS至关重要，但X线检查在该疾病的诊断中可能存在误诊和漏诊情况，主要是由于NRDS的X线表现复杂多变，且易受患儿体位、呼吸状态等因素影响^[16]。相比之下，MSCT具备较高的诊断价值，其通过X射线束对人体进行多层、快速的扫描，并利用计算机对扫描数据进行重建和处理，生成高分辨率的三维图像，具备先进的成像技术和高分辨率的扫描能力，能够更清晰地显示肺部细微结构和病变情况，为NRDS的准确诊断提供有力支持。

本研究显示，100例NRDS患儿的MSCT图像质量合格率为99.00%，经镇静后重新检查，合格率为100%，说明低剂量MSCT对MSCT图像质量的影像较小，考虑是MSCT通过应用噪声抑制技术，如迭代重建算法，可以在降低辐射剂量的同时减少图像噪声，保持图像的清晰度和细节。35%的NRDS患儿MSCT示双肺野呈大片状，且形状不对称，边缘模糊，形成浸润影，双肺背部肺组织改变更明显，该表现通常与肺泡表面活性物质的缺乏导致的肺泡萎陷、肺不张以及随后的渗出性改变有关。NRDS患儿由于肺泡表面活性物质不足，肺泡表面张力增加，肺泡难以维持正常形态而萎陷，使得肺通气和换气功能障碍^[17]；背部肺组织由于重力作用，更容易受到压迫和缺氧影响，因此改变更为明显；渗出性改变则是由于肺组织缺氧、炎症反应等引起的液体渗出至肺泡间隙和细支气管周围而出现。20%的NRDS患儿MSCT示双肺纹理增多，且纹理模糊，沿肺纹理可见斑点状影或模糊小斑片状影，可能是由于肺小血管充血、扩张以及肺间质水肿所致。NRDS引起的缺氧和酸中毒可导致肺小血管收缩反应增强，同时肺间质水肿也是由于缺氧和炎症反应引起的液体渗出，因此在MSCT上表现为肺纹理增多、模糊、斑点状或模糊小斑片状影。30%的NRDS患儿MSCT示双肺呈低透亮度，可见磨玻璃样，究其原因：低透亮度是由于肺泡内气体减少、液体增多所致，而磨玻璃样改变则可能是由于肺泡间隔增厚、部分肺泡萎陷以及肺间质水肿等因素共同作用的结果，此种表现在MSCT上提示肺组织含气量减少，且存在广泛的渗出性改变。15%的NRDS患儿MSCT示双肺野密度均升高，且呈白肺，表明肺组织内充满大量液体和渗出物，导致肺泡几乎完全失去通气功能，此情况下，患儿常伴有严重的呼吸困难和呼吸衰竭，需要立即进行呼吸支持和治疗。10%的患儿肺组织受压，纵隔移位至健侧，究其原因可能与NRDS引起的肺泡萎陷、肺不张以及机械通气时的气压伤有关，肺泡萎陷和肺不张使得肺泡壁更加脆弱，容易受到气压伤的影响而发生破裂，导致气体进入胸膜腔形成气胸^[18]。

本研究显示，58%的NRDS患儿X线示双肺可见广泛细颗粒网状影，心影、横膈均清晰可见，且伴有支气管充气征，原因为：NRDS的主要病因是缺乏肺表面活性物质，导致肺泡表面张力增加，肺泡萎陷，此种萎陷的肺泡在X线上表现为细颗粒网状影；而随着病情的进展，肺泡萎陷逐渐加重，形成肺不张，并可能伴有肺间质水肿和渗出，上述改变在X线上表现为细颗粒网状影的增多和加重；心影和横膈在X线上仍然可以清晰分辨，说明肺部病变尚未累及到上述结构，患儿病情相对较轻；同时由于肺泡萎陷和肺不张，支气管相对扩张并充气，形成支气管充气征，此征象在X线上表现为支气管影的增粗和透亮^[19]。42%的NRDS患儿X线示双肺野一致性密度升高，可见“白肺”及明显支气管

充气征，心影、横膈边缘难以分辨，究其原因：随着病情的进一步加重，肺泡萎陷和肺不张的范围扩大，肺间质水肿和渗出也更加明显，此改变导致双肺野密度一致性升高，形成“白肺”表现；而在“白肺”的背景下，支气管充气征更加明显，因为肺泡的萎陷和肺不张使得支气管相对更加突出。由于肺部病变的广泛性和严重性，心影和横膈在X线上的边缘变得模糊难以分辨，可能是由于肺组织内大量液体和渗出物的存在，以及肺组织结构的破坏所致。

本研究显示，MSCT+X线对NRDS的诊断效能最高，诊断准确率为97.00%，敏感度为97.73%，特异性为91.67%，分析原因为：MSCT具有极高的分辨率，能够清晰地显示肺部的细微结构，包括肺泡、支气管等，使得MSCT能够更准确观察NRDS患儿肺部病变的形态、范围和程度，如肺泡萎陷、肺不张、肺间质水肿等。且其具备强大的三维重建能力，可以对肺部进行多平面重建、最大密度投影和容积再现等技术处理，上述技术能够提供更为直观、立体的肺部图像，有助于医生更全面地了解病情，做出更准确的诊断。X线检查虽然简单易行，但其为二维成像，在显示肺部细微结构和病变方面存在一定的局限性，尤其是对于早期或轻度的NRDS患儿，X线检查可能无法清晰地显示肺泡萎陷、肺不张等病变；且当肺部病变与周围组织重叠时，可能导致病变显示不清或误诊，而MSCT则可以通过三维重建技术解决组织重叠的问题，提高诊断的准确性，因此联合诊断效能更高。

综上所述，低剂量MSCT及X线对NRDS均具备良好的诊断价值，且MSCT诊断效能更高，但两者联合诊断可进一步提高诊断效能，有助于早期诊断NRDS，为NRDS患儿的治疗提供有效指导。

参考文献

- 韩同英, 叶琼波, 德吉玉珍, 等. 高海拔地区新生儿呼吸窘迫综合征初始呼吸支持策略的影响因素及早期结局分析[J]. 中国全科医学, 2022, 25 (27): 3384-3389.
- 李小鸥, 黄红丽, 方成志. 支气管肺泡灌洗液炎症因子及肺泡表面活性蛋白与新生儿急性呼吸窘迫综合征的关系[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36 (8): 809-813.
- 蔡枚敏, 羊才进, 羊威, 等. 低侵入微创给予肺表面活性物质联合枸橼酸咖啡因治疗新生儿呼吸窘迫综合征的效果及对血气指标通气时间的影响[J]. 河北医学, 2023, 29 (8): 1335-1340.
- 张琳, 张振平, 朱永胜. 改良版肺超声评分法对比胸片定量评估新生儿呼吸窘迫综合征严重程度[J]. 放射学实践, 2023, 38 (5): 636-640.
- 饶文婷. 肺部超声与X线对新生儿呼吸窘迫综合征的诊断价值对比[J]. 长春中医药大学学报, 2023, 39 (9): 1039-1042.
- 陈进, 胡美雪, 权毅. 动态增强磁共振成像联合多层螺旋CT增强扫描对乳腺癌新辅助化疗后病理缓解程度的预测价值[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2023, 30 (1): 65-71.
- 梁永杰, 陈新华, 梁延锐, 等. 多层螺旋CT腹腔游离气体五分法对急性消化道穿孔部位和大小的诊断价值[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27 (3): 268-273.
- 李儒, 侯佳辰, 郭兴, 等. 多层螺旋CT低剂量扫描在儿童鼻窦炎中的诊断价值[J]. 广西医学, 2020, 42 (1): 44-46.
- David G. Sweet, Virgilio Carnielli, Gorm Greisen, 等. 欧洲新生儿呼吸窘迫综合征防治共识指南: 2016版[J]. 中华儿科杂志, 2017, 55 (3): 169-176.
- 孔秋雁, 陈廷浩, 许崇水, 等. 多排螺旋CT低剂量扫描在小儿胸部的应用[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23 (6): 792-794.
- 程旺松, 苏小智, 陈鼎瑞. 新生儿急性呼吸窘迫综合征患儿血清miR-877-5p表达变化及其与病情严重程度和预后的关系[J]. 山东医药, 2023, 63 (25): 5-8.
- 高阳, 李聪, 汝艳辉, 等. 肺部高频超声评分联合血清IL-6、CRP、PCT水平评估新生儿呼吸窘迫综合征患儿预后的价值[J]. 中国医师杂志, 2024, 26 (5): 717-721.
- 刘颀, 卢秀丽, 王亚娟, 等. 急性呼吸窘迫综合征新生儿血清Ang-1、Ficolin-2水平变化及其对病情严重程度的预测价值[J]. 山东医药, 2023, 63 (29): 80-83.
- 杨超超, 颜灵静, 陈芸芸. 新生儿呼吸窘迫综合征患儿血清晚期氧化蛋白产物和8-羟基脱氧鸟苷酸表达及与预后的关系[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37 (12): 2179-2182.
- 高亚, 陈信, 张阵, 等. 经鼻持续气道正压通气与振动网络雾化吸入肺表面活性物质联合治疗新生儿呼吸窘迫综合征的疗效和安全性[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (1): 80-84.
- 杨子慧, 李亚超, 于蓓. 肺部超声与胸部X线在新生儿呼吸窘迫综合征中的诊断价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20 (24): 2686-2688, 后插1.
- 杜睿, 甄雨. 肺部超声评估在新生儿呼吸窘迫综合征中的临床应用价值[J]. 国际呼吸杂志, 2023, 43 (9): 1077-1082.
- 翟颖如, 盖建芳, 王成虎, 等. 床旁肺脏超声对新生儿气胸的临床诊断评价[J]. 中国临床医生杂志, 2021, 49 (10): 1243-1246.
- 唐艳红, 谭军, 王顺, 等. 肺部超声与X线胸片对老年急性呼吸窘迫综合征的诊断比较[J]. 成都医学院学报, 2021, 16 (5): 629-632.

(收稿日期: 2025-05-07)

(校对编辑: 赵望淇)