

新生儿呼吸窘迫综合征治疗研究进展

徐晨霞¹, 拉巴普尺², 吴嗣童², 何昊键², 方海琴¹, 徐文鸽^{1*}

¹西藏昌都市人民医院儿科, 西藏 昌都

²西藏自治区妇产儿童医院儿科, 西藏 拉萨

收稿日期: 2026年2月3日; 录用日期: 2026年2月26日; 发布日期: 2026年3月5日

摘要

新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)是新生儿时期常见的一种呼吸系统疾病, 多见于早产儿, 病情进展迅速, 死亡率高, 对儿童的健康和生命构成极大威胁。因此在对于NRDS患儿治疗时, 肺表面活性物质的替代使用中, 早期选择性使用肺表面活性物质并结合微创技术(LISA/MIST)的方法正慢慢成熟并应用到临床中, 并且引入肺部超声评分这一手段还能帮医护人员更具针对性的治疗工作。同时依靠鼻腔持续正压通气(NCPAP), 搭配高流量鼻导管通气(HFNC)和鼻间歇正压通气(NIPPV)的方式, 能够降低机械通气的依赖, 进而减轻肺部损伤。在药物干预这一块, 产前用皮质类固醇做好预防工作、产后辅以咖啡因用药, 再加上小剂量类固醇的对症治疗, 让患儿的预后情况有了不小的改善。对于那些病情危重的患儿来说, 体外膜肺氧合(ECMO)技术的运用, 依旧是一种切实可行的救治办法。智能监测技术的融合使用, 推动NRDS的临床管理一步步朝着个体化、微创化和抗炎化的方向发展。这套规范化的综合治疗方案, 既明显提升了临床治疗效果, 也有效降低了各类并发症的出现概率。

关键词

新生儿呼吸窘迫综合征, 肺表面活性物质, 呼吸支持

Research Progress in the Treatment of Neonatal Respiratory Distress Syndrome

Chenxia Xu¹, Bapuchi La², Sitong Wu², Haojian He², Haiqin Fang¹, Wenge Xu^{1*}

¹Department of Pediatrics, People's Hospital of Chamdo City, Xizang, Qamdo Xizang

²Pediatrics Department of Xizang Autonomous Region Maternal and Child Health Hospital, Lhasa Xizang

Received: February 3, 2026; accepted: February 26, 2026; published: March 5, 2026

*通讯作者。

文章引用: 徐晨霞, 拉巴普尺, 吴嗣童, 何昊键, 方海琴, 徐文鸽. 新生儿呼吸窘迫综合征治疗研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 903-909. DOI: 10.12677/acm.2026.163861

Abstract

Neonatal Respiratory Distress Syndrome (NRDS) is a common respiratory disease in newborns, mostly occurring in premature infants. The condition progresses rapidly and has a high mortality rate, posing a significant threat to the health and life of children. Therefore, in the treatment of NRDS patients, the use of pulmonary surfactant replacement therapy, with the early selective use of pulmonary surfactant combined with minimally invasive techniques (LISA/MIST), is gradually maturing and being applied in clinical practice. The introduction of lung ultrasound scoring also helps healthcare professionals to carry out targeted treatment. At the same time, relying on nasal continuous positive pressure ventilation (NCPAP), combined with high-flow nasal cannula ventilation (HFNC) and nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV), can reduce the reliance on mechanical ventilation and thereby alleviate lung damage. In terms of drug intervention, using corticosteroids before birth for prevention, supplementing with caffeine after birth, and combined with symptomatic treatment with low-dose steroids, have significantly improved the prognosis of these children. For those critically ill children, the application of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) technology remains a practical and effective treatment method. The integration of intelligent monitoring technology promotes the clinical management of NRDS to develop step by step towards individualization, minimally invasive, and anti-inflammatory directions. This standardized comprehensive treatment plan not only significantly improves clinical treatment effects but also effectively reduces the probability of various complications.

Keywords

Neonatal Respiratory Distress Syndrome, Pulmonary Surfactant, Respiratory Support

Copyright © 2026 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主要发生于早产儿，起病多在出生后数小时内，临床表现为进行性呼吸困难和氧合障碍，其本质为肺表面活性物质合成和分泌不足。若未能及时干预，病情可迅速进展为呼吸衰竭，甚至引发多系统损害，对生存率及远期肺功能均产生不良影响。近年来，围绕“早期识别、肺保护通气和精准替代治疗”的理念，NRDS的救治模式发生了显著转变。本文结合国内外最新共识及临床研究证据，对当前NRDS的主要治疗策略及其临床应用进展进行系统综述[1]。

2. 呼吸支持策略与临床实践

呼吸支持直接关系到肺泡的稳定状态以及气体交换的实际效果，同时还得尽可能规避通气操作引发的各类肺部损伤，在过去临床治疗中，大多依赖气管插管这类有创通气手段，现在已经从侵入性通气时代转向非侵入性呼吸支持时代，这种非侵入性呼吸支持模式的转变，有着充分的随机对照试验与meta分析作为支撑，能够有效降低支气管肺发育不良(BPD)的发病可能。目前新生儿可用的非侵入性通气(NIV)策略，包括鼻腔持续正压呼吸、鼻腔间歇性正压通气(NIPPV)、加热加湿高流量鼻导管、鼻腔高频通气(NHFO)以及无创中立调节呼吸辅助(NIV-NAVA) [2]。

2.1. 经鼻持续气道正压通气(NCPAP)的首选地位

NCPAP 是首选的初始支持手段,或者多数患儿会采用的起始干预办法。NCPAP 的作用机制多方面,它可以提升功能残余能力,从而减少呼吸工作量。它减少了肺内分流,能稳定早产儿的顺从胸壁,并夹板固定气道,并且减少新生儿胸腹不同步,以及有助于加速未成熟肺的生长,并提高每克肺组织的蛋白质含量,它还能减少肺泡水肿,保护表面活性剂,并减少呼吸暂停发生。因此,NCPAP 被推荐为初级和次级呼吸支持的首选。然而,NIV 的替代模式正越来越多地在临床试验中被测试,NCPAP 作为黄金标准。欧洲 2022 年发布的相关指南明确指出,所有有风险的 NRDS 婴儿,如孕<30 周且无需插管稳定的婴儿,均应从出生起开始使用 NCPAP 或 NIPPV。还有研究表明在产房内早期,对极早产的新生儿早期使用 NCPAP 配合选择性使用早期救急表面活性剂及较微创方式,比预防性使用及 IMV 对早产儿有益且更优。在产房提供的 NCPAP 也被发现对晚期早产和足月新生儿有益[3]。

2.2. 高流量加温湿化鼻导管氧疗(HFNC)的定位

HFNC 操作方便,患儿耐受好,鼻损伤少,已在许多 NICU 常规使用。流量多为 3~8 L/min,可产生一定正压并提供充分湿化。多项研究证实,HFNC 用于拔管后支持时效果不亚于 NCPAP,且鼻部并发症少。但在极早产儿初始治疗中有较高的失败率,因此指南建议仅作为 NCPAP 的备选或序贯方式。临床上适合病情较轻或胎龄较大患儿,使用时要注意监测经皮 CO₂,防止滞留[4]。

2.3. 经鼻间歇正压通气(NIPPV)的增强作用

NCPAP 效果不足时,可加用间歇正压形成 NIPPV。系统评价显示,NIPPV 较单纯 NCPAP 可降低插管风险。频率常设 10~20 次/min,峰压比基础正压高 4~6 cmH₂O。临床常用于呼吸暂停或 CO₂ 升高的患儿,但需警惕腹胀和气胸。同步 NIPPV 进一步改善了人机配合,部分单位已作为常规选择[4]。

2.4. 新兴无创通气技术

神经调节辅助通气(NAVA)会依托膈肌电活动信号来启动通气支持,能切实提升人机配合的流畅度,显著改善人机同步。一些早期相关研究结果显示,这种通气模式或许能帮助降低 BPD 的发生几率,只是它目前的应用场景大多集中在有创通气阶段,无创领域能参考的使用依据还比较少[5]。除此以外,智能闭环 FiO₂ 调控手段可自动调节氧气供给浓度,能有效减少患者面临高氧暴露的风险,这项技术如今已经在国外部分医疗单位作为常规配置投入运行[6]。无创高频振荡通气(NHFO)能够对重症患儿体内 CO₂ 的排出起到一定辅助作用,只是这类通气方式的整体获益情况,还需要更多临床数据来验证支撑[7]。

2.5. 有创机械通气的保护性策略

无创失败时(FiO₂ > 0.50、pH < 7.20 或严重呼吸暂停)需及时插管。应采用容量目标通气(4~6 mL/kg)、允许性高碳酸血症、最适 PEEP 和最低必要 FiO₂,避免高压和高氧损伤,这是防控 BPD 的关键[8]。

2.6. 特殊高海拔环境下的氧合目标与呼吸机参数调整

2.6.1. 高海拔环境下的氧合目标

西藏等高海拔地区的 NRDS 患儿,受低气压性缺氧影响,吸入氧分压与肺泡氧分压整体下移,相同 FiO₂ 下可获得的 PaO₂ 和 SpO₂ 均低于平原及肺动脉高压(PPHN),因此照搬平原常用的 SpO₂ < 95% 作为低氧阈值,往往会驱动更高 FiO₂ 与更高压力支持,增加氧毒性与气压伤风险。多中心数据亦显示健康足月新生儿在高海拔地区,血氧饱和度约为 94%,出生后最初几天保持稳定。脱饱和发作在新生儿初期很常见,但其持续时间会随着时间推移缩短,且不伴随临床恶化,临床治疗中无需为追求 >95% 血氧而盲目加

大 FiO_2 与通气压力[9]。建议以健康新生儿在对应海拔的分布下限(如 2.5 百分位)来界定低氧, 还要结合胎龄、出生体重、临床灌注状态及动脉血气分析, 特别是 PaO_2 和乳酸水平综合判断[10]。

2.6.2. 高海拔环境下呼吸机参数的高海拔调整思路

优先以“肺复张 + 降低 FiO_2 需求”为目标, 初始设定 5~6 cmH_2O , 根据 $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ 、胸廓膨胀、肺顺应性、 CO_2 清除与血流动力学, 进行小幅度调整, 每次小幅增加 1~2 cmH_2O , 必要时通过床旁双肺超声评分、床旁 X 线分级来评估帮助呼吸机参数的调整。当 PEEP 上调能在不明显升高 PaCO_2 或影响循环的前提下, 减少 FiO_2 并稳定 SpO_2 , 即提示复张获益。与此同时, 高海拔更应避免“追 PaO_2 到平原水平”, 而以满足组织氧供且尽量减少高 FiO_2 暴露为原则。一旦表面活性剂或病程改善导致氧合跃升, 应立即优先下调 FiO_2 , 其次再下调压力(含 PEEP/PIP), 以降低 PaO_2 过高与氧化应激风险。对极早产儿的全球证据也支持“避免过低饱和度”会增加死亡风险、但过高同样增加 ROP 等并发症风险, 因此多数 NICU 将目标区间设在约 91%~95%或 90%~95%并强调报警与波动管理, 在高海拔地区可在此框架下结合当地健康参考区间与动脉血气/经皮监测进行个体化微调。除此之外, 高海拔会引起肺血管阻力增加, 单纯靠提高 PEEP 纠正低氧可能加重肺循环负担、累及右心功能, 必要时可以联合吸入一氧化氮等干预[11]。

3. 外源性肺表面活性物质(PS)研究进展

肺表面活性剂替代治疗能提高生存率并减少气胸, 因此在 NRDS 管理中起着至关重要的作用。近年来, 应用重点由“是否使用”转向“何时使用及如何给药”。

3.1. 给药时机与指征

当下医疗领域的普遍共识, 是主张对患者采取早期选择性给药的策略, 具体的用药时机可以界定为吸氧浓度(FiO_2)达到 0.30 及以上时便及时开展给药干预, 而不是拖延至患者出现重度氧合功能障碍的阶段再着手处置。不少 meta 分析证实, 这样的早期给药方案, 能够把患者接受机械通气的治疗时长缩短 1~2 天, 同时还能对支气管肺发育不良(BPD)的发生风险起到有效的降低作用。在实际的临床诊疗工作里, 医护人员需要结合患者呼吸窘迫症状的轻重程度、胸部 X 线片呈现的影像学特征, 以及动脉血气分析得出的各项指标, 来做出全面且综合的评估与判断[12]。

3.2. 微创给药技术(LISA/MIST)

传统 INSURE 需短暂插管, 而 LISA/MIST 的技术价值不只在细导管给药, 更在于它与 CPAP/NIPPV 共同构成温和呼吸支持策略, 在自主呼吸背景下完成肺泡表面张力恢复, 从而减少机械通气暴露, 大型 meta 分析显示, LISA 可将机械通气时间缩短约 1.8 天, 降低 BPD 发生率。目前技术路径的差异主要集中在, 导管类型、喉镜方式、表面活性物质推注方式(是分次小推注还是持续缓注、通气支持(CPAP 压力设定、是否同步短暂 NIPPV))。这些差异会直接影响反流/呛咳、短暂气道阻塞、去饱和及失败转插管率, 从而也反过来影响“是否需要镇静”的决策边界[13]。尽管 LISA 技术被归为微创操作, 本质上仍需喉镜暴露声门/会厌, 这一瞬间对早产儿是明确的有害刺激, 但 LISA 又高度依赖持续自主呼吸和稳定的非侵袭通气支持, 因此镇痛镇静的悖论在于不给药会引起患儿疼痛和应激反应造成操作失败, 给药会引起呼吸驱动下降、呼吸暂停和去饱和, 被迫转有创, 从而抵消 LISA 的获益。系统综述显示: 药物镇痛镇静总体能改善舒适度与操作条件, 但更容易出现去饱和、需要加压通气等围术期不良事件, 且最佳药物与剂量仍缺乏高质量证据统一结论。现有随机对照研究提示低剂量芬太尼可降低疼痛评分并未观察到明显并发症上升, 但样本量小, 对极低胎龄外推需谨慎。值得注意的是, 最新的 NONA-LISA 多中心盲法随机试验方案专门针对“芬太尼 vs 安剂”对 24 h 内有创通气需求的影响, 反映该争议已成为国际研究优

优先级[14]。

3.3. 肺超声指导的精准给药

肺超声评分(lung ultrasound score, LUS)作为床旁无创评估工具, 提供了更接近病理生理的床旁影像。在判断肺不张程度比如 $LUS \geq 8$ 分提示重度肺不张及 PS 需求方面具有较高预测价值。研究表明, LUS 指导下的给药策略可减少不必要的 PS 使用, 并缩短通气支持时间。具体给药策略建议生后早期(1~2 h)完成首次肺超声评估, 动态复查指导重复给药[15]。

3.4. 新型 PS 制剂研发

动物源 PS 仍然是目前主流, 除此之外目前有第三代合成制剂(如 CHF5633)已经在动物实验中显示更好氧合改善及抗炎作用。还有干细胞来源外泌体联合 PS 可降低炎症因子 40%, 为未来提供新方向, 但尚未进入临床[16]。

4. 药物干预的辅助作用

药物干预贯穿 NRDS 全过程, 从产前预防到产后管理, 旨在促进肺成熟、刺激呼吸中枢并控制炎症反应。

4.1. 产前糖皮质激素联合产后药物干预早产儿 NRDS 的应用

产前糖皮质激素是预防 NRDS 最可靠手段, 倍他米松 12 mg 肌注、间隔 24 h 共 2 剂, 可明显降低发病率以及缩短机械通气时间[17]。产后早期咖啡因(负荷量 20 mg/kg, 生后 24 h 内启动)作为呼吸刺激剂, 可明显减少呼吸暂停和再插管并降低 BPD 风险, 已成为极早产儿标准预防用药, 维持量 5~10 mg·kg·d 直至矫正胎龄 34~36 周, 需监测心率和喂养耐受[18]。

对于 BPD 高危患儿, 布地奈德混悬液与 PS 联合气道给药效果突出, 可极大降低 BPD 发生率, 通常 0.25~0.5 mg/kg 布地奈德混入 PS 中使用。[19]从生后 2 周起低剂量氢化可的松(累计剂量 < 10 mg/kg)也可改善预后, 尤其适用于氧依赖持续的患儿, 但需权衡生长受抑和神经发育风险[20]。

4.2. 炎症通路靶向干预的研究进展与分阶段用药原则

近些年来, 医疗领域针对炎症通路进行的研究工作呈逐渐增多的趋势。在动物实验所得到的数据表明, 抑制 NLRP3 炎症小体, 能缓解高氧环境造成的肺部损伤; 并且在部分初期的临床试验也提示, 抗炎和免疫抑制治疗能减轻新生儿支气管肺发育不良(BPD)的病情严重程度, 由于新生儿群体的特殊性首次用药剂量标准, 以及长期用药的安全性问题, 还需要依托大型随机对照试验来完成更深入的验证工作[21]。除此以外, 抗 LIGHT 单抗与 IL-6 受体拮抗剂这两类药物, 在医治成人急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的过程中显现出了一定的治疗成效, 但这两种药物用于新生儿患者的适配状况, 现阶段还停留在早期研究的进程之中。综合多方面的实际情况来看, 采取药物干预的手段需要遵循分阶段推进的实施原则: 产前阶段应当把预防相关的举措列为核心重点, 产后早期则要将帮助患儿呼吸功能恢复设定为主要方向, 进入产后中后期阶段, 就需要针对性地开展炎症控制相关工作, 在此过程中, 还应当留意避免出现类固醇类药物过度使用的情况[22]。

5. 重症病例管理与精准医学应用

针对常规疗法收效不佳的重症 NRDS 患儿来说, 体外膜氧合(ECMO)是一种救命干预措施。早期研究发现早产和低体重新生儿存在不可接受的死亡风险和发病风险, 如颅内出血, 因此广泛接受的 ECMO 纳

入标准为孕周 ≥ 34 周和出生体重 > 2 公斤。随着管路的微型化改进以及抗凝监测技术的持续优化,因此,只要了解风险,早产新生儿应逐案考虑体外膜氧合,但这类治疗依旧需要在临床经验丰富的医疗中心内,严格把控各项应用的指征条件[23]。精准医疗理念的深度融入,在疾病遗传性在双子研究中显示,尽管广泛使用界面活性剂替代疗法,性别和种族疾病风险差异依然存在,以及界面活性剂相关基因的致死突变,表明遗传机制也对新生儿 NRDS 的风险有贡献。例如在基因检测工作中重点筛查 SFTPB、ABCA3 或是 SFTPC 的基因突变情况,这类罕见的基因变异往往会引发足月儿或是家族性的 NRDS,针对筛查结果呈阳性的患儿病例,需要及时调整 PS 的用药剂量或是选用特殊的治疗方案[24];再加上生物标志物评估手段与智能监测系统的临床运用,为高危患儿的早期识别工作以及个体化干预方案的推进,开辟了全新的实施路径。

6. 总结与展望

现阶段, NRDS 的治疗已经构建起,以早期无创呼吸支持、精准 PS 替代治疗以及分层药物干预为核心的一套综合管理体系。展望今后的发展, NRDS 患儿的生存几率与远期预后状况,随着微创治疗技术、智能化监测手段以及新型抗炎治疗方案的不断革新,有望得到进一步的改善提升。但是仍然需要注意的是,新型治疗方法的安全性评价工作,还有这些治疗手段在基层医疗机构的可获得性问题,依旧是后续需要持续关注并探索解决的重要议题。

参考文献

- [1] Sweet, D.G., Carnielli, V.P., Greisen, G., Hallman, M., Klebermass-Schrehof, K., Ozek, E., *et al.* (2023) European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome: 2022 Update. *Neonatology*, **120**, 3-23. <https://doi.org/10.1159/000528914>
- [2] Ramaswamy, V.V., Devi, R. and Kumar, G. (2023) Non-Invasive Ventilation in Neonates: A Review of Current Literature. *Frontiers in Pediatrics*, **11**, Article ID: 1248836. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1248836>
- [3] Rügger, C.M., Owen, L.S. and Davis, P.G. (2021) Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation for Neonatal Respiratory Distress Syndrome. *Clinics in Perinatology*, **48**, 725-744. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.07.004>
- [4] 崔智亮, 敖丽云, 宋中福, 等. 肺表面活性物质与 NIPPV、HHFNC、NCPAP 结合治疗新生儿呼吸窘迫综合征的临床疗效比较[J]. 青岛医药卫生, 2024, 56(6): 443-446.
- [5] Mally, P.V., Beck, J., Sinderby, C., Caprio, M. and Bailey, S.M. (2018) Neural Breathing Pattern and Patient-Ventilator Interaction during Neurally Adjusted Ventilatory Assist and Conventional Ventilation in Newborns. *Pediatr Crit Care*, **19**, 48-55.
- [6] Dani, C. (2019) Automated Control of Inspired Oxygen (FiO₂) in Preterm Infants: Literature Review. *Pediatric Pulmonology*, **54**, 358-363. <https://doi.org/10.1002/ppul.24238>
- [7] Wang, K., Yue, G., Gao, S., Li, F. and Ju, R. (2024) Non-Invasive High-Frequency Oscillatory Ventilation (NHFOV) versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure (NCPAP) for Preterm Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, **109**, 397-404. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-325681>
- [8] National Guideline Alliance (UK) (2019) Evidence Reviews for Respiratory Support: Specialist Neonatal Respiratory Care for Babies Born Preterm: Evidence Review B. National Institute for Health and Care Excellence (NICE).
- [9] Kannan Loganathan, P., Nettel-Aguirre, A., Lodha, A., Al Awad, E., Fajardo, C., Nair, V., *et al.* (2023) Oxygen Saturation in Healthy-Term Neonates at High Altitude: A Multisite Prospective Study. *Paediatrics & Child Health*, **29**, 422-428. <https://doi.org/10.1093/pch/pxad072>
- [10] 田友平, 胡晓静, 马晓静, 顾青, 葛小玲, 杨杪, 贾品, 黄国英. 不同海拔地区新生儿脉搏血氧饱和度分布的差异[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(19): 1410-1414.
- [11] Chen, D., Liu, X. and Li, J. (2019) Mechanical Ventilation in Neonatal Respiratory Distress Syndrome at High Altitude: A Retrospective Study from Tibet. *Frontiers in Pediatrics*, **7**, Article No. 476. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00476>
- [12] 陈晖达. 固尔苏治疗新生儿呼吸窘迫综合征的疗效评价[J]. 中国现代药物应用, 2026, 20(1): 107-109.
- [13] 张松青, 夏晓芹, 许瑶, 等. 外源性肺表面活性物质联合不同呼吸支持方式治疗新生儿呼吸窘迫综合征疗效观

- 察[J]. 保健医学研究与实践, 2025, 22(9): 102-108.
- [14] Reynolds, P., Bustani, P., Darby, C., Fernandez Alvarez, J.R., Fox, G., Jones, S., *et al.* (2021) Less-Invasive Surfactant Administration for Neonatal Respiratory Distress Syndrome: A Consensus Guideline. *Neonatology*, **118**, 586-592. <https://doi.org/10.1159/000518396>
- [15] 封在李, 黄娜, 周理存, 等. 肺部超声指导新生儿呼吸窘迫综合征和短暂性呼吸增快继发肺实变患儿治疗的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2025, 27(1): 23-26.
- [16] Sweet, D.G., Turner, M., Straňák, Z., Plavka, R., Clarke, P., Stenson, B., *et al.* (2020) A First-in-Human Clinical Study of a New SP-B and SP-C Enriched Synthetic Surfactant (CHF5633) in Preterm Babies with Respiratory Distress Syndrome: Two-Year Outcomes. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, **35**, 4739-4742. <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1863363>
- [17] Stutchfield, P., Whitaker, R. and Russell, I. (2005) Antenatal Betamethasone and Incidence of Neonatal Respiratory Distress after Elective Caesarean Section: Pragmatic Randomised Trial. *BMJ*, **331**, Article No. 662. <https://doi.org/10.1136/bmj.38547.416493.06>
- [18] 韦巧珍, 苏萍, 韩进天, 等. 早期咖啡因治疗对呼吸窘迫综合征早产儿呼吸机需求的影响研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2016, 18(12): 1227-1231.
- [19] 刘萌萌, 吉玲, 董梦园, 等. 布地奈德联合肺表面活性物质气管内给药预防支气管肺发育不良的前瞻性随机对照研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2022, 24(1): 78-84.
- [20] de Jong, S.E.A., Groenendaal, F., van Bel, F. and Rademaker, K.J. (2011) Pulmonary Effects of Neonatal Hydrocortisone Treatment in Ventilator-Dependent Preterm Infants. *International Journal of Pediatrics*, **2011**, Article ID: 783893. <https://doi.org/10.1155/2011/783893>
- [21] 欧阳芊寒, 蔡成. 细胞因子在支气管肺发育不良相关肺动脉高压中的研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2025, 52(4): 217-222.
- [22] Hirani, D., Alvira, C.M., Danopoulos, S., Milla, C., Donato, M., Tian, L., *et al.* (2021) Macrophage-Derived IL-6 Trans-Signalling as a Novel Target in the Pathogenesis of Bronchopulmonary Dysplasia. *European Respiratory Journal*, **59**, Article ID: 2002248. <https://doi.org/10.1183/13993003.02248-2020>
- [23] Wild, K.T., Hedrick, H.L. and Rintoul, N.E. (2020) Reconsidering ECMO in Premature Neonates. *Fetal Diagnosis and Therapy*, **47**, 927-932. <https://doi.org/10.1159/000509243>
- [24] Wambach, J.A., Wegner, D.J., DePass, K., Heins, H., Druley, T.E., Mitra, R.D., *et al.* (2012) Single *abca3* Mutations Increase Risk for Neonatal Respiratory Distress Syndrome. *Pediatrics*, **130**, e1575-e1582. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0918>