

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.12.002
文章编号: 1005-8982 (2026) 12-0007-07

呼吸窘迫综合征专题·论著

高频振荡通气联合布地奈德持续雾化吸入治疗 新生儿呼吸窘迫综合征的效果研究*

项梦婷, 林舒畅, 黄金艳, 潘舒琳

(温州医科大学附属第二医院 新生儿科, 浙江 温州 325000)

摘要: **目的** 探讨高频振荡通气 (HFOV) 联合布地奈德持续雾化吸入治疗新生儿呼吸窘迫综合征 (NRDS) 的效果。**方法** 选取2022年1月—2024年9月在温州医科大学附属第二医院收治的84例NRDS患儿, 通过随机数字表法分为对照组(HFOV治疗)与观察组(对照组基础上联合布地奈德持续雾化吸入治疗), 各42例。对比两组患儿的临床疗效, 治疗前后的呼吸力学指标 [内源性呼气末正压、气道阻力、呼吸指数 (RI)]、血气指标 [二氧化碳分压 (PaCO₂)、氧分压 (PaO₂)、吸氧分数 (FiO₂)、血酸碱度 (pH) 值]、心肌损伤及氧化应激指标 [血清肌钙蛋白 I (cTn I)、肌酸激酶同工酶 (CK-MB)、丙二醛 (MDA) 水平]、通气情况 (机械通气时间、氧疗时间、呼吸暂停次数), 并比较两组患儿治疗的安全性。**结果** 观察组临床总有效率高于对照组 ($P < 0.05$)。观察组治疗前后内源性呼气末正压差值、气道阻力差值及呼吸指数差值均大于对照组 ($P < 0.05$)。观察组 PaCO₂ 下降幅度、PaO₂ 升高幅度、pH 改善幅度及 FiO₂ 下降幅度均大于对照组 ($P < 0.05$)。观察组治疗前后 cTn I 差值、CK-MB 差值及 MDA 差值均大于对照组 ($P < 0.05$)。观察组机械通气时间、氧疗时间和呼吸暂停次数均短于/少于对照组 ($P < 0.05$)。观察组与对照组支气管肺发育不良率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** HFOV 联合布地奈德持续雾化吸入治疗 NRDS 患儿能够有效改善呼吸力学、优化血气状态, 降低心肌损伤和氧化应激水平, 缩短机械通气和氧疗时间, 并降低不良反应发生率, 具有临床应用价值。

关键词: 新生儿呼吸窘迫综合征; 高频振荡通气; 布地奈德雾化吸入; 效果

中图分类号: R722.1

文献标识码: A

Effect of high-frequency oscillatory ventilation combined with continuous nebulized budesonide in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome*

Xiang Meng-ting, Lin Shu-chang, Huang Jin-yan, Pan Shu-lin

(Department of Neonatology, The Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou, Zhejiang 325000, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of high-frequency oscillatory ventilation (HFOV) combined with continuous nebulized budesonide in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome (NRDS). **Methods** A total of 84 neonates with NRDS were selected from our hospital between January 2022 and September 2024. Using a random number table method, they were randomly divided into the control group (treated with HFOV) and the observation group (treated with HFOV combined with continuous nebulized budesonide), with 42 cases in each group. Clinical efficacy, respiratory mechanics indicators [(intrinsic positive end-expiratory pressure, airway resistance, respiratory index (RI)], blood gas indicators [partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), partial pressure

收稿日期: 2026-01-28

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2023XY143)

[通信作者] 潘舒琳, E-mail: 13506511109@163.com

of oxygen (PaO_2), fraction of inspired oxygen (FiO_2), blood pH value], myocardial injury and oxidative stress indicators [serum cardiac troponin I (cTnI), creatine kinase isoenzyme (CK-MB), malondialdehyde (MDA) levels], ventilation-related parameters (duration of mechanical ventilation, duration of oxygen therapy, and frequency of apnea episodes), and the safety of the treatment were compared between the groups. **Results** The overall response rate was significantly higher in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The differences in intrinsic positive end-expiratory pressure, airway resistance, and RI before and after treatment were significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The decreases in PaCO_2 and FiO_2 , as well as the increases in PaO_2 and pH, were significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The differences in cTnI, CK-MB, and MDA levels before and after treatment were significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The duration of mechanical ventilation and the duration of oxygen therapy were shorter, and the number of apnea episodes was lower in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). A comparison of the incidence of bronchopulmonary dysplasia between the observation group and the control group showed a statistically significant difference according to the χ^2 test ($\chi^2 = 3.896, P = 0.048$). **Conclusion** HFOV combined with continuous nebulized budesonide effectively improves respiratory mechanics and blood gas status in neonates with NRDS, reduces myocardial injury and oxidative stress levels, shortens the duration of mechanical ventilation and oxygen therapy, and lowers the incidence of adverse events, indicating good clinical application value.

Keywords: neonatal respiratory distress syndrome; high-frequency oscillatory ventilation; budesonide nebulization; effect

新生儿呼吸窘迫综合征 (neonatal respiratory distress syndrome, NRDS) 是一种主要发生于早产儿的呼吸障碍, 其主要症状为呼吸困难、呼吸频繁及发绀^[1]。随着全球早产率的逐渐升高, NRDS 的发病率也在上升, 对新生儿的生存和健康带来了严重威胁, 同时也为医疗体系带来了巨大的经济压力^[2]。NRDS 的主要发病机制与肺泡表面活性物质缺乏有关, 还与炎症反应、氧化应激等因素有关^[3-4]。由于新生儿的肺部对药物治疗非常敏感, NRDS 治疗中的药物选择显得尤为重要, 高频振荡通气 (high-frequency oscillatory ventilation, HFOV) 作为新型的呼吸支持手段, 在 NRDS 治疗中已经显示了明显的优势^[5]。而布地奈德作为皮质类固醇药物, 通过雾化吸入的方式可以直接作用于肺部, 从而有效减轻肺部的炎症反应^[6]。这两种治疗手段

在调节肺部炎症标志物方面均显示出了一定的效果, 从而有效改善了 NRDS 的症状。本研究探讨 HFOV 结合布地奈德雾化吸入治疗 NRDS 的效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 1 月—2024 年 9 月温州医科大学附属第二医院收治的 84 例 NRDS 患儿, 通过随机数字表法分为对照组和观察组, 各 42 例。观察组与对照组性别构成、胎龄、体重、分娩方式构成和呼吸窘迫综合征 (respiratory distress syndrome, RDS) 分级构成比较, 经 t/χ^2 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性 (见表 1)。本研究经医院医学伦理委员会审核并通过 (2021-012-12)。

表 1 两组一般资料比较 ($n=42$)

组别	男/女/例	胎龄/(周, $\bar{x} \pm s$)	体重/(kg, $\bar{x} \pm s$)	分娩方式 例(%)		RDS 分级 例(%)	
				顺产	剖宫产	Ⅲ级	Ⅳ级
观察组	25/17	30.15 \pm 2.54	1.77 \pm 0.35	4(9.52)	38(90.48)	24(57.14)	18(42.86)
对照组	27/15	30.09 \pm 2.62	1.82 \pm 0.41	3(7.14)	39(92.86)	26(61.90)	16(38.10)
t/χ^2 值	0.202	0.107	0.601		0.156		0.198
P 值	0.653	0.915	0.549		0.693		0.657

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合 NRDS 的诊断标准^[7];

②在新生儿出生后 12 h 内首次发生呼吸窘迫症状;

③未行气管插管; ④新生儿的临床资料完整; ⑤患

儿家长或法定监护人参与并签署知情同意书。

1.2.2 排除标准 ①先天基因表达异常;②先天气道畸形;③合并多器官衰竭或重度窒息;④合并感染或血液系统疾病;⑤由于药物或其他外部因素引发的呼吸窘迫症状。

1.3 方法

两组新生儿均做好保温工作,提供充足热量,维持电解质平衡;其中观察组 42 例患儿中,使用抗菌药物治疗者 35 例(83.33%),给予丙种球蛋白治疗者 12 例(28.57%);对照组 42 例患儿中,使用抗菌药物治疗者 33 例(78.57%),给予丙种球蛋白治疗者 10 例(23.81%);同时维持所有患儿重要脏器良好灌注。

对照组患儿使用德国 Stephan GmbH Medizintechnik 公司生产的 Sophie-conventional 型高频振荡呼吸机接受治疗。初始参数:频率 10~15 Hz,振幅 30~45 cmH₂O,平均气道压 10~15 cmH₂O。后续设定吸入氧浓度为 40%~60%,振荡频率 8~12 Hz,吸氧时间 0.3~0.5 s。根据血气分析,适时调整氧浓度和振幅,保持动脉血氧分压 50~80 mmHg,二氧化碳分压 40~50 mmHg。病情稳定后,调整氧浓度至 30%并转为间歇指令通气模式。疗程 7 d。

观察组在对照组基础上使用阿斯利康药业(中国)有限公司(江苏无锡)生产的布地奈德混悬液(国药准字 H20030410,规格 5 mL:20 mg)持续雾化吸入治疗,每次剂量为 0.25 mg。精准配置方法:采用 1 mL 无菌生理盐水稀释布地奈德混悬液,用无菌注射器进行精准抽取,保证抽取剂量误差≤0.01 mg,配置后立即行雾化吸入,单次雾化液总体积控制在 3 mL 以内,确保药物完全雾化吸收。疗程 7 d。

1.4 观察指标

1.4.1 临床疗效^[7] 治疗前 3 d,患儿的缺氧、呼吸困难等主要症状消失,无呼吸暂停,吸氧浓度<30%,无辅助通气需求,并且胸部 X 射线显示肺部纹理清晰为显效。治疗第 4~7 天,患儿主要症状得到缓解,呼吸暂停<3 次/d,吸氧浓度<30%,但需要辅助通气,并且肺部阴影明显减少为有效。治疗 7 d 后,如患儿症状无明显改善或加重,呼吸暂停≥3 次/d,吸氧浓度≥30%,X 射线显示肺部阴影未减少为无效。

总有效率=(显效例数+有效例数)/总例数×100%。

1.4.2 呼吸力学指标 治疗前 1 d 和治疗后 7 d 同一时间点采用呼吸机检测患儿内源性呼气末正压、气道阻力、呼吸指数。

1.4.3 血气指标 治疗前 1 d 和治疗后 7 d 同一时间点从患儿的桡动脉或股动脉中采集 1 mL 动脉血液样本,立即采用丹麦雷度米特公司生产的 ABL800FLEX 型血气分析仪检测二氧化碳分压(partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂)、氧分压(partial pressure of oxygen, PaO₂)、血酸碱度(blood potential of hydrogen, pH)。此外,采用呼吸机检测患儿吸氧分数(fraction of inspired oxygen, FiO₂)。

1.4.4 心肌损伤及氧化应激指标 治疗前 1 d 和治疗后 7 d 同一时间点清晨空腹采集患儿静脉血 3 mL,置于无抗凝试管中,以 3 000 r/min 离心 10 min,取上清液保存在 2~8 ℃ 条件下,检测血清肌钙蛋白 I(cardiac troponin I, cTn I)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme, CK-MB)、丙二醛(Malondialdehyde, MDA)水平。检测仪器为中国深圳雷杜生命科学股份有限公司生产的 RT-6100 型酶标分析仪,所用检测试剂盒为:人 cTn I ELISA 试剂盒(上海酶联生物科技有限公司,ML100116)、人 CK-MB ELISA 试剂盒(上海酶联生物科技有限公司,ML100089)、MDA 检测试剂盒(日本同仁化学研究所, NWK-MDA01),所有操作严格按照试剂盒及仪器说明书进行。

1.4.5 通气情况 统计患儿机械通气时间、氧疗时间、呼吸暂停次数。

1.4.6 治疗安全性 统计患儿治疗期间气胸、支气管肺发育不良、脑室出血、早产儿视网膜病变等发生情况。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 *t* 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较

观察组临床总有效率为 95.24% (40/42),对照组为 80.95% (34/42),经 χ^2 检验,差异有统计学意

义 ($\chi^2=4.086$, $P=0.043$); 观察组临床总有效率高
于对照组。见表 2。

表 2 两组临床疗效比较 [n=42, 例(%)]

组别	显效	有效	无效	总有效
观察组	16(38.10)	24(57.14)	2(4.76)	40(95.24)
对照组	13(30.95)	21(50.00)	8(19.05)	34(80.95)

2.2 两组治疗前后呼吸力学指标的变化

对照组与观察组治疗前内源性呼气末正压、

气道阻力及呼吸指数比较, 经 t 检验, 差异均无统
计学意义 ($P>0.05$)。对照组与观察组治疗后内源
性呼气末正压、气道阻力及呼吸指数比较, 经 t 检
验, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$); 观察组治疗
后内源性呼气末正压、气道阻力及呼吸指数水平
均低于对照组。对照组与观察组治疗前后内源性
呼气末正压、气道阻力及呼吸指数的差值比较,
经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$); 观察
组治疗前后内源性呼气末正压差值、气道阻力差
值及呼吸指数差值均大于对照组。见表 3。

表 3 两组治疗前后呼吸力学指标比较 ($n=42, \bar{x} \pm s$)

组别	内源性呼气末正压/cmH ₂ O			气道阻力/[cmH ₂ O/(L·s)]			呼吸指数		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	7.35 ± 1.47	4.24 ± 0.76	3.11 ± 0.89	20.52 ± 2.43	14.37 ± 1.27	6.15 ± 1.68	5.79 ± 0.97	3.16 ± 0.63	2.63 ± 0.72
对照组	7.29 ± 1.49	5.01 ± 0.83	2.28 ± 0.75	20.55 ± 2.41	16.94 ± 2.09	3.61 ± 1.52	5.76 ± 1.12	3.88 ± 0.71	1.88 ± 0.65
t 值	0.185	4.435	4.637	0.057	6.781	7.269	0.131	4.892	5.021
P 值	0.854	0.000	0.000	0.955	0.000	0.000	0.896	0.000	0.000

2.3 两组治疗前后血气指标的变化

对照组与观察组治疗前 PaCO₂、PaO₂、pH 及
FiO₂ 比较, 经 t 检验, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。
对照组与观察组治疗后 PaCO₂、PaO₂、pH 及 FiO₂ 比较,
经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$); 观察组治
疗后 PaCO₂ 及 FiO₂ 水平均低于对照组, PaO₂ 及 pH

水平均高于对照组。对照组与观察组治疗前后
PaCO₂、PaO₂、pH 及 FiO₂ 的差值比较, 经 t 检验,
差异均有统计学意义 ($P<0.05$); 观察组 PaCO₂ 下
降幅度、PaO₂ 升高幅度、pH 改善幅度及 FiO₂ 下
降幅度均大于对照组。见表 4。

表 4 两组治疗前后血气指标比较 ($n=42, \bar{x} \pm s$)

组别	PaCO ₂ /mmHg			PaO ₂ /mmHg		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	60.15 ± 4.32	40.67 ± 6.86	19.48 ± 5.21	48.62 ± 7.43	56.47 ± 4.15	7.85 ± 2.61
对照组	60.32 ± 4.47	45.64 ± 7.12	14.68 ± 4.83	47.91 ± 7.45	53.38 ± 3.72	5.47 ± 2.15
t 值	0.177	3.259	4.379	0.438	3.587	4.585
P 值	0.860	0.002	0.000	0.663	0.001	0.000

组别	pH			FiO ₂ %		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	7.19 ± 0.10	7.36 ± 0.04	0.17 ± 0.05	0.85 ± 0.11	0.51 ± 0.08	0.34 ± 0.09
对照组	7.18 ± 0.11	7.32 ± 0.05	0.14 ± 0.04	0.83 ± 0.12	0.64 ± 0.07	0.19 ± 0.06
t 值	0.434	3.999	2.993	0.796	7.943	8.888
P 值	0.665	0.000	0.004	0.428	0.000	0.000

2.4 两组治疗前后心肌损伤及氧化应激指标的变化

对照组与观察组治疗前 cTn I、CK-MB 及 MDA
水平比较, 经 t 检验, 差异均无统计学意义 ($P>$
0.05)。对照组与观察组治疗后 cTn I、CK-MB 及

MDA 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义
($P<0.05$); 观察组治疗后 cTn I、CK-MB 及 MDA 水
平均低于对照组。对照组与观察组治疗前后 cTn I、
CK-MB 及 MDA 的差值比较, 经 t 检验, 差异均有

统计学意义 ($P < 0.05$); 观察组治疗前后 cTn I 差值、CK-MB 差值及 MDA 差值均大于对照组。见表 5。

表 5 两组治疗前后心肌损伤及氧化应激指标比较 ($n=42, \bar{x} \pm s$)

组别	cTn I /($\mu\text{g/L}$)			CK-MB/(u/L)			MDA/($\mu\text{mol/L}$)		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	19.32 \pm 2.05	10.45 \pm 1.24	8.87 \pm 1.12	25.52 \pm 4.23	12.47 \pm 1.86	13.05 \pm 1.68	59.26 \pm 6.52	23.78 \pm 3.40	35.48 \pm 2.85
对照组	19.39 \pm 2.07	15.88 \pm 1.32	3.51 \pm 0.95	25.56 \pm 4.28	18.49 \pm 1.92	7.07 \pm 1.42	58.93 \pm 6.46	37.42 \pm 4.41	21.51 \pm 2.26
<i>t</i> 值	0.156	19.347	23.613	0.043	14.579	17.668	0.233	15.867	24.719
<i>P</i> 值	0.876	0.000	0.000	0.966	0.000	0.000	0.816	0.000	0.000

2.5 两组通气情况比较

观察组与对照组机械通气时间、氧疗时间和呼吸暂停次数比较, 经 *t* 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 观察组机械通气时间、氧疗时间和呼吸暂停次数均短于/少于对照组。见表 6。

表 6 两组通气情况比较 ($n=42, \bar{x} \pm s$)

组别	机械通气时间/h	氧疗时间/h	呼吸暂停次数/次
观察组	92.47 \pm 10.72	78.65 \pm 17.29	4.04 \pm 1.27
对照组	101.32 \pm 9.93	89.54 \pm 20.45	6.03 \pm 1.55
<i>t</i> 值	3.925	2.635	6.436
<i>P</i> 值	0.000	0.012	0.000

2.6 两组并发症发生率比较

观察组与对照组气胸率、脑室出血率和早产儿视网膜病变率比较, 经 χ^2 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 观察组与对照组支气管肺发育不良率比较, 经 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 7。

表 7 两组并发症发生率比较 [$n=42$, 例(%)]

组别	气胸	支气管肺发育不良	脑室出血	早产儿视网膜病变
观察组	1(2.38)	1(2.38)	0(0.00)	1(2.38)
对照组	4(9.52)	6(14.29)	3(7.14)	5(11.90)
χ^2 值	1.914	3.896	3.111	2.872
<i>P</i> 值	0.167	0.048	0.078	0.090

3 讨论

NRDS 主要发生在早产儿中, 表现为呼吸困难、胸廓凹陷、发绀等症状^[8-10]。这些症状源于肺通气不足, 特别是肺泡不完全扩张, 进而影响到氧气和二氧化碳的正常交换^[11-12]。此外, 肺部的血

流障碍和炎症反应进一步导致氧合不足和低氧血症, 使呼吸更为困难。长时间的低氧血症不仅可能导致肺动脉高压和心功能不全, 还可能影响多个脏器的功能^[13-14]。更值得关注的是, NRDS 还可能对神经系统造成损伤, 导致发育迟缓, 这与脑源性神经营养因子和神经生长因子的水平有关^[15-16]。HFOV 是一种机械通气模式, 利用高呼吸频率维持肺部通气。与传统机械通气相比, HFOV 在较低潮气量下提供持续通气, 降低气道压力和肺损伤风险^[17]。张瑾等^[18]研究显示, HFOV 可以更早改善氧合水平, 降低不良事件的发生风险。对 NRDS 而言, 肺泡不完全扩张和肺表面活性物质缺乏, 导致肺不均匀通气和容易损伤。WU 等^[19]正是通过静脉给予磺基罗丹明 B 来降低肺泡表面张力, 改善氧合作用, 而 HFOV 是通过高频振荡促进肺泡均匀扩张, 提高氧合效率, 降低机械通气并发症如气胸和慢性肺病。布地奈德是皮质类固醇药物, 通过抑制肺部炎症和减少肺泡水肿来改善呼吸功能^[20-21]。这种联合治疗旨在全面改善新生儿呼吸功能, 提高生存率, 降低并发症。

本文旨在研究将 HFOV 联合布地奈德持续雾化吸入治疗应用于 NRDS 的效果。由于 HFOV 通过其独特的低潮气量和高频率通气模式, 能够最大化地减轻气道压力伤害, 促进肺泡的均匀扩张, 从而优化氧合, 如 ROUBÍK 等^[22]实验发现, 与常规通气相比, HFOV 对氧合的影响明显更大。观察组采用 HFOV 联合布地奈德雾化吸入, 相较于单纯使用布地奈德的对照组, 其疗效显著提升。HFOV 是一种特定的机械通气模式, 这种通气模式的特点是能够在较低的潮气量下提供持续的肺部通气, 从而最小化气道压力伤害并促进肺泡扩张。因此, HFOV 可以有效地改善肺部的通气均匀性, 降低气道阻力, 并优化呼吸动力学参数, 与 TANA 等^[23]研

究结果一致。HFOV 这种通气模式通过维持肺泡的开放,减少肺部的通气/血流比失调,从而提高 PaO₂ 并降低 PaCO₂。此外, HFOV 的应用还可以改善肺部的酸碱平衡,从而导致血液 pH 值上升。因此,观察组患儿在治疗后 PaCO₂、FiO₂ 显著降低, PaO₂、pH 显著增加,与对照组相比,差异有统计学意义。在 NRDS 的背景下,血清 cTn I、CK-MB、MDA 的水平具有特定的临床意义。cTn I、CK-MB 是心肌细胞特异性的蛋白,其在血清中升高通常是心肌损伤的标志;MDA 作为氧化应激的标志物,反映了细胞膜脂质的氧化损伤。布地奈德作为一种糖皮质激素,可通过与胞质糖皮质激素受体结合,抑制 NF-κB 等炎症信号通路的激活,减少炎症细胞因子释放,降低毛细血管通透性及炎症细胞浸润,从而减轻肺组织炎症反应及继发性心肌损伤和氧化应激水平^[24]。与此同时, HFOV 通过其特定的通气模式,能够减轻肺部的氧化应激和炎症损伤。如 FIORETTO 等^[25] 实验研究显示 HFOV 可以减少炎症损伤,提供更好的肺保护。因此,这两种治疗策略的联合应用导致了血清 cTn I、CK-MB、MDA 水平的显著降低。HFOV 和布地奈德的联合应用,除了显著改善呼吸功能,还能够显著降低与 NRDS 相关的并发症发生率,如支气管肺发育不良。

综上所述, HFOV 与布地奈德雾化吸入在 NRDS 治疗中的联合应用能更有效地改善肺部通气、降低氧化应激和炎症损伤,进而显著提高氧合效率,缩短机械通气时间,并降低 NRDS 相关并发症发生率。同时,为医学研究提供依据,确保治疗方法的有效性和安全性。

参 考 文 献 :

- [1] DENG Y L, ZHANG R, JIANG X N. Association of umbilical cord blood miR-375 with neonatal respiratory distress syndrome and adverse neonatal outcomes in premature infants[J]. *Acta Biochim Pol*, 2022, 69(3): 605-611.
- [2] VIZHEH M, ALLAHADADIAN M, MUHIDIN S, et al. Impact of COVID-19 infection on neonatal birth outcomes[J]. *J Trop Pediatr*, 2021, 67(5): fmad094.
- [3] JIAO X, LV Q, CAO S N. MicroRNA-26b-5p promotes development of neonatal respiratory distress syndrome by inhibiting differentiation of mesenchymal stem cells to type II of alveolar epithelial cells via regulating Wnt5a[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2019, 23(4): 1681-1687.
- [4] GUSAR V, GANICHKINA M, CHAGOVETS V, et al. MiRNAs regulating oxidative stress: a correlation with doppler sonography of uteroplacental complex and clinical state assessments of newborns in fetal growth restriction[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(10): 3227.
- [5] 关浩锋, 刘东, 郭青云, 等. 高频振荡通气联合肺表面活性物质对 NRDS 患儿血流动力学、氧合功能及炎症因子水平的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(1): 133-136.
- [6] HAKIM A, KHAN Y, ESTEBAN I, et al. Low-dose budesonide/formoterol counteracts airway inflammation and improves lung function in chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199(5): 662-664.
- [7] 茹喜芳, 冯琪. 新生儿呼吸窘迫综合征的防治——欧洲共识指南 2019 版[J]. *中华新生儿科杂志(中英文)*, 2019, 34(3): 239-240.
- [8] ZHENG L, JING H Y, LIU L H, et al. Feasibility of ultrasound in the diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome in preterm infants[J]. *J Trop Pediatr*, 2023, 69(2): fmad007.
- [9] 孟伟玲, 邱凯, 韩慧珍, 等. 不同方式布地奈德联合 PS 给药对 NRDS 早产儿的影响[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2025, 17(8): 1454-1456.
- [10] 叶桂姣, 郝艳萍, 王莉萍. 两种不同技术 PS 给药对 NRDS 并呼吸困难早产儿肺功能及不良反应的影响[J]. *中国计划生育学杂志*, 2024, 32(9): 2079-2084.
- [11] SUÁREZ-SIPMANN F, VILLAR J, FERRANDO C, et al. Monitoring expired CO₂ kinetics to individualize lung-protective ventilation in patients with the acute respiratory distress syndrome[J]. *Front Physiol*, 2021, 12: 785014.
- [12] 张原园, 刘翠兰. NIPPV 联合 LISA 技术治疗 NRDS 效果及对早产儿动脉血气、不良事件发生的影响[J]. *中国计划生育学杂志*, 2024, 32(7): 1533-1537.
- [13] 禹雪, 柳志红. 肺动脉高压患者的异常氧代谢研究进展[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2020, 28(7): 16-19.
- [14] 尹晓娟, 李明霞, 史源, 等. 肺表面活性物质蛋白-B 缺陷与足月新生儿呼吸窘迫综合征的相关性研究[J]. *发育医学电子杂志*, 2024, 12(1): 25-29.
- [15] 于森, 俞敏, 薛梅. 败血症早产儿远期神经发育结局的危险因素[J]. *中国医师杂志*, 2025, 27(6): 933-936.
- [16] 樊敬, 孙文静, 吕园园, 等. 新生儿呼吸窘迫综合征高频振荡通气治疗期早产儿血清标志物水平对脑损伤的预测价值[J]. *中国医刊*, 2025, 60(2): 226-229.
- [17] 庄晓玲, 边程鹏, 肖梅, 等. 高剂量猪肺磷脂注射液分别联合 HFOV 与 CPAP 对 VLBWI 呼吸窘迫综合征患儿血气指标的影响[J]. *川北医学院学报*, 2025, 40(8): 1049-1052.
- [18] 张瑾, 曲东, 任晓旭, 等. 高频振荡通气与常规机械通气治疗婴幼儿重症呼吸道合胞病毒肺炎的随机对照研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2021, 33(4): 455-459.
- [19] WU Y, NGUYEN T L, PERLMAN C E. Intravenous sulforhodamine B reduces alveolar surface tension, improves oxygenation, and reduces ventilation injury in a respiratory distress model[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2021, 130(5): 1305-1316.

- [20] 丁付燕, 孟树萍, 王书鹏, 等. 术前雾化吸入布地奈德对心脏瓣膜置换术后肺部感染和 IL-6/STAT3 炎症信号通路的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(2): 193-197.
- [21] 宋彦, 周珊珊, 戴双双, 等. 纤维支气管镜下肺泡灌洗联合布地奈德对小儿肺炎支原体大叶性肺炎的疗效[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(7): 21-26.
- [22] ROUBÍK K, RÁFL J, ROŽÁNEK M, et al. Tidal volume significantly affects oxygenation in healthy pigs during high-frequency oscillatory ventilation compared to conventional ventilation[J]. Biomed Eng Online, 2022, 21(1): 14.
- [23] TANA M, PALADINI A, TIRONE C, et al. Effects of high-frequency oscillatory ventilation with volume guarantee during surfactant treatment in extremely low gestational age newborns with respiratory distress syndrome: an observational study[J]. Front Pediatr, 2022, 9: 804807.
- [24] 刘曼, 杨林风, 刘祥蕾. 吸入用 N-乙酰半胱氨酸联合布地奈德治疗小儿肺炎的疗效及其对炎症和免疫功能的影响[J]. 临床与病理杂志, 2023, 43(1): 69-76.
- [25] FIORETTO J R, PIRES R B, KLEFENS S O, et al. Inflammatory lung injury in rabbits: effects of high-frequency oscillatory ventilation in the prone position[J]. J Bras Pneumol, 2019, 45(5): e20180067.

(龚仪 编辑)

本文引用格式: 项梦婷, 林舒畅, 黄金艳, 等. 高频振荡通气联合布地奈德持续雾化吸入治疗新生儿呼吸窘迫综合征的效果研究[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(12): 7-13.

Cite this article as: XIANG M T, LIN S C, HUANG J Y, et al. Effect of high-frequency oscillatory ventilation combined with continuous nebulized budesonide in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(12): 7-13.