

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.15.005  
文章编号: 1005-8982 (2024) 15-0025-06

新生儿疾病专题·论著

## 经鼻间歇正压通气联合牛肺表面活性剂对新生儿呼吸窘迫综合征呼吸力学的影响\*

樊盼<sup>1</sup>, 龙升毅<sup>2</sup>

(1. 西北妇女儿童医院 新生儿科, 陕西 西安 710061;  
2. 安康市高新医院 儿内科, 陕西 安康 725000)

**摘要:** **目的** 分析经鼻间歇正压通气联合不同剂量牛肺表面活性剂对新生儿呼吸窘迫综合征(RDS)的应用效果。**方法** 选取2021年10月—2023年10月在西北妇女儿童医院接受治疗的98例RDS新生儿, 采用随机数字表法分为两组, 各49例。所有患儿给予经鼻间歇正压通气治疗, 对照组在此基础上以60 mg/kg剂量注入牛肺表面活性剂, 观察组则以100 mg/kg剂量注入牛肺表面活性剂。记录两组治疗时间, 并比较两组治疗前后的血气指标、呼吸力学指标[潮气量、潮气呼气峰流量(PTEF)、每分钟通气量(MV)、达峰时间比]、肺部损伤指标、脑氧代谢[脑氧饱和度( $rSO_2$ )、颈静脉血氧饱和度( $SjVO_2$ )]及并发症发生率。**结果** 观察组患儿的治疗时间短于对照组( $P < 0.05$ ), 观察组治疗前后的OI、 $PaO_2$ 、 $SpO_2$ 、 $PaCO_2$ 、肺损伤标志物、呼吸力学指标和脑氧代谢指标差值均高于对照组( $P < 0.05$ ), 并发症发生率更低( $P < 0.05$ )。**结论** 高剂量牛肺表面活性剂与经鼻间歇正压通气结合应用有助于改善RDS新生儿的呼吸力学指标, 降低并发症发生风险。

**关键词:** 呼吸窘迫综合征; 新生儿; 经鼻间歇正压通气; 牛肺表面活性剂; 呼吸力学  
**中图分类号:** R722.1 **文献标识码:** A

## Effects of nasal intermittent positive pressure ventilation combined with bovine pulmonary surfactant on respiratory mechanics in neonates with respiratory distress syndrome\*

Fan Pan<sup>1</sup>, Long Sheng-yi<sup>2</sup>

(1. Department of Neonatology, Northwest Women and Children's Hospital, Xi'an, Shaanxi 710061, China;  
2. Department of Pediatrics, Ankang High Tech Hospital, Ankang, Shaanxi 725000, China)

**Abstract: Objective** To analyze the effects of nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) combined with different doses of bovine pulmonary surfactant on neonates with respiratory distress syndrome (RDS). **Methods** A total of 98 neonates with RDS treated at Northwest Women and Children's Hospital from October 2021 to October 2023 were randomly divided into two groups of 49 cases each. All neonates received NIPPV. In addition, the control group received 60 mg/kg of bovine pulmonary surfactant, while the observation group received 100 mg/kg. Treatment duration, blood gas indices, respiratory mechanics parameters (tidal volume, peak tidal expiratory flow [PTEF], minute ventilation [MV], time to peak ratio), lung injury markers, cerebral oxygen metabolism indices (regional cerebral oxygen saturation [ $rSO_2$ ], jugular venous oxygen saturation [ $SjVO_2$ ]), and complication rates were recorded and compared between the two groups. **Results** The treatment duration in the observation group was significantly shorter than in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences in oxygenation

收稿日期: 2024-05-08

\* 基金项目: 陕西省重点研发计划 (No: 2021SF-257)

[通信作者] 龙升毅, E-mail: 13772970354@163.com; Tel: 13772970354

index (OI), partial pressure of oxygen ( $\text{PaO}_2$ ), oxygen saturation ( $\text{SpO}_2$ ), partial pressure of carbon dioxide ( $\text{PaCO}_2$ ), lung injury markers, respiratory mechanics, and cerebral oxygen metabolism indices before and after treatment were significantly greater in the observation group compared to the control group ( $P < 0.05$ ). The incidence of complications was also lower in the observation group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The combination of high-dose bovine pulmonary surfactant with NIPPV significantly improves respiratory mechanics in neonates with RDS and reduces the risk of complications.

**Keywords:** respiratory distress syndrome; neonates; nasal intermittent positive pressure ventilation; bovine pulmonary surfactant; respiratory mechanics

新生儿呼吸窘迫综合征 (respiratory distress syndrome, RDS) 是由于新生儿肺部表面活性物质缺乏引起的一种呼吸功能障碍<sup>[1]</sup>。此综合征常见于早产儿, 其肺部发育不成熟, 需提供额外的呼吸支持, 并补充肺表面活性物质, 以改善患儿的呼吸状况<sup>[2]</sup>。目前, 经鼻间歇正压通气 (nasal intermittent positive pressure ventilation, NIPPV) 通过正压通气改善肺泡通气量, 可进一步改善呼吸功能。该技术还能减轻呼吸肌疲劳, 降低氧耗, 在降低新生儿插管率及减少相关并发症方面显示出一定的效果, 但 NIPPV 对部分患儿疗效不佳<sup>[3]</sup>。牛肺表面活性剂能通过改善肺的通气功能和氧合功能, 提高 RDS 患儿的治疗效果<sup>[4]</sup>。然而, 在 NIPPV 联合牛肺表面活性剂治疗中, 牛肺表面活性剂剂量的选择和安全性仍需进一步评估。本研究探讨 NIPPV 联合不同剂量牛肺表面活性剂对新生儿呼吸力学指标的影响, 旨在为新生儿 RDS 的临床治疗提供更有效的

治疗策略, 以期提高新生儿的生存质量。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 10 月—2023 年 10 月在西北妇女儿童医院接受治疗的 98 例 RDS 新生儿, 采用随机数字表法分为对照组和观察组, 各 49 例。纳入标准: ① RDS 诊断标准依据《实用新生儿学》<sup>[5]</sup>, 表现为呼吸困难, 影像学结果出现毛玻璃样改变; ② 出生时间  $< 12$  h; ③ 研究期间于本院接受治疗, 且临床资料完整。排除标准: ① 存在先天性心脏病、肺发育不良、呼吸道畸形; ② 对本研究所用药品不耐受; ③ 存在肝肾等器官功能障碍。本研究经医院医学伦理委员会批准, 患儿家属均知情同意并签署知情同意书。两组患儿性别构成、胎龄、出生体重、母亲年龄、生产方式比较, 差异均无统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

表 1 两组患儿的一般资料比较 ( $n=49$ )

组别	男/女/例	胎龄/(周, $\bar{x} \pm s$ )	出生体重/(kg, $\bar{x} \pm s$ )	母亲年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	生产方式 例(%)	
					经阴道分娩	剖宫产
对照组	29/20	34.26 $\pm$ 3.19	1.58 $\pm$ 0.36	31.22 $\pm$ 4.09	21(42.86)	28(57.14)
观察组	25/24	34.47 $\pm$ 3.24	1.55 $\pm$ 0.32	31.39 $\pm$ 4.14	23(49.94)	26(53.06)
$\chi^2/t$ 值	0.660	0.323	0.436	0.204	0.165	
$P$ 值	0.417	0.747	0.664	0.838	0.685	

### 1.2 方法

所有患儿给予 NIPPV 治疗, 使用德国 MEDIN 无创呼吸机。参数设置: 吸入氧浓度 21% ~ 40%, 患儿经皮血氧饱和度维持在 90% ~ 94%, 吸气峰压 10 ~ 12  $\text{cmH}_2\text{O}$ , 吸气末正压 5 ~ 6  $\text{cmH}_2\text{O}$ , 保持呼吸频率为 15 ~ 40 次/min。在此基础上, 对照组以 60  $\text{mg/kg}$  剂量注入牛肺表面活性剂 (北京双鹤现代医药技术有限责任公司, 国药准字: H20052128, 规

格: 70  $\text{mg/支}$ ), 观察组以 100  $\text{mg/kg}$  剂量注入牛肺表面活性剂。应用前检查药品外观有无变色, 每支加 2 mL 注射用水, 室温复温后轻轻振荡成均匀混悬液。通过细塑料导管将药物分 4 次经气管插管注入, 注射位置至气管插管下口, 采用平卧、右侧卧、左侧卧及半卧位顺序, 每次注射 10 ~ 15 s, 控制速度以防药液反流或气道堵塞。每次给药后应进行 1 ~ 2 min 的加压给氧 (40 ~ 60 次/min)。给药过

程约 15 min, 需 2 位医务人员协作, 并密切监控患儿的呼吸和循环状态, 注射后 4 h 内避免吸痰。

### 1.3 观察指标

**1.3.1 治疗时间** 记录所有患儿的氧疗时间、机械通气时间、住院时间。

**1.3.2 血气指标** 使用德国 Drager 公司的 Babylog VN500 新生儿呼吸机测定所有患儿治疗前后的动脉二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>)、氧指数 (oxygen index, OI)、动脉血氧分压 (partial pressure of oxygen in arterial blood, PaO<sub>2</sub>)、经皮动脉血氧饱和度 (peripheral oxygen saturation, SpO<sub>2</sub>)。

**1.3.3 呼吸力学指标** 利用北京麦邦 MSA99 肺功能检测仪测定所有患儿治疗前后的潮气量、潮气呼气峰流量 (peak tidal expiratory flow, PTEF)、每分钟通气量 (minute ventilation, MV)、达峰时间比。

**1.3.4 肺损伤标志物** 采用酶联免疫吸附试验检测所有患儿治疗前后血清表面活性物质特异性蛋白-A (surfactant protein A, SP-A)、高迁移率蛋白-1 (high mobility group box-1, HMGB-1)、Clara 细胞分泌蛋白 16 (Clara cell secretory protein 16, CC-16) 水平。试剂盒均购自上海碧云天生物技术股份有限公司。

**1.3.5 脑氧代谢指标** 通过近红外光谱仪检测所有患儿治疗前后的脑氧饱和度 (regional cerebral oxygen saturation, rSO<sub>2</sub>)、颈静脉血氧饱和度 (jugular venous oxygen saturation, SjVO<sub>2</sub>)。

**1.3.6 并发症** 包括肺出血、肺部感染、气胸、支气管肺发育不良。

### 1.4 统计学方法

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

## 2 结果

### 2.1 两组患儿治疗时间比较

两组患儿氧疗时间、机械通气时间、住院时间比较, 经 *t* 检验, 差异均有统计学意义 (*P* < 0.05); 观察组氧疗时间、机械通气时间、住院时间均高于对照组。见表 2。

表 2 两组患儿氧疗时间、机械通气时间、住院时间比较

(*n* = 49,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	氧疗时间	机械通气时间	住院时间
对照组	14.82 ± 2.88	3.80 ± 0.75	34.16 ± 4.62
观察组	11.35 ± 2.43	2.21 ± 0.59	24.22 ± 3.03
<i>t</i> 值	6.446	11.664	12.594
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000

### 2.2 两组患儿治疗前后血气指标比较

两组患儿治疗前后 PaCO<sub>2</sub>、OI、PaO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub> 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 PaCO<sub>2</sub>、OI、PaO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub> 的差值均高于对照组。见表 3。

表 3 两组患儿治疗前后 PaCO<sub>2</sub>、OI、PaO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub> 的差值比较 (*n* = 49,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	PaCO <sub>2</sub> 差值/ mmHg	OI 差值/mmHg	PaO <sub>2</sub> 差值/ mmHg	SpO <sub>2</sub> 差值/%
对照组	12.65 ± 2.03	96.15 ± 9.52	21.33 ± 2.89	16.15 ± 2.02
观察组	21.98 ± 2.82	171.26 ± 13.49	34.05 ± 4.02	22.83 ± 3.11
<i>t</i> 值	18.796	31.844	17.984	12.609
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.3 两组患儿治疗前后呼吸力学指标比较

两组患儿治疗前后潮气量、PTEF、MV、达峰时间比的差值比较, 经 *t* 检验, 差异均有统计学意义 (*P* < 0.05), 观察组治疗前后潮气量、PTEF、MV、达峰时间比的差值均高于对照组。见表 4。

表 4 两组患儿治疗前后潮气量、PTEF、MV、达峰时间比的差值比较 (*n* = 49,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	潮气量差值/ (mL/kg)	PTEF 差值/ (mL/s)	MV 差值/[L/ (min·kg)]	达峰时间比 差值/%
对照组	2.18 ± 0.34	6.63 ± 1.52	0.12 ± 0.03	5.14 ± 1.01
观察组	3.03 ± 0.56	10.48 ± 2.31	0.31 ± 0.09	10.47 ± 1.82
<i>t</i> 值	9.082	9.746	14.019	17.925
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.4 两组患儿治疗前后肺损伤标志物比较

两组患儿治疗前后 SP-A、HMGB-1、CC-16 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 SP-A、HMGB-1、CC-16 的差值均高于对照组。见表 5。

表 5 两组患儿治疗前后 SP-A、HMGB-1、CC-16 差值比较 ( $n=49, \bar{x} \pm s$ )

组别	SP-A 差值/ (mg/L)	HMGB-1 差值/ (ng/mL)	CC-16 差值/ (mg/L)
对照组	16.48 ± 2.42	5.01 ± 1.03	7.18 ± 1.24
观察组	25.29 ± 3.69	9.45 ± 1.49	12.37 ± 2.28
t 值	13.975	17.158	13.998
P 值	0.000	0.000	0.000

### 2.5 两组患儿治疗前后脑氧代谢指标比较

两组患儿治疗前后  $rSO_2$ 、 $SjVO_2$  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  $rSO_2$ 、 $SjVO_2$  的差值均高于对照组。见表 6。

表 6 两组患儿治疗前后  $rSO_2$ 、 $SjVO_2$  差值比较 ( $n=49, \%, \bar{x} \pm s$ )

组别	$rSO_2$ 差值	$SjVO_2$ 差值
对照组	16.53 ± 2.82	15.82 ± 2.25
观察组	24.01 ± 3.67	23.59 ± 3.19
t 值	11.313	13.933
P 值	0.000	0.000

### 2.6 两组患儿并发症发生率比较

两组患儿并发症总发生率比较, 经  $\chi^2$  检验, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.995, P = 0.014$ ); 观察组并发症总发生率低于对照组。见表 7。

表 7 两组患儿并发症发生情况比较 [ $n=49$ , 例(%)]

组别	肺出血	肺部感染	气胸	支气管肺发育不良	合计
对照组	1(2.04)	3(6.12)	2(4.08)	2(4.08)	8(20.41)
观察组	0(0.00)	0(0.00)	1(2.04)	0(0.00)	1(2.04)

## 3 讨论

早产儿由于肺部表面活性物质不足, 导致肺泡合并与呼吸功能障碍, 引发 RDS<sup>[6]</sup>。NIPPV 通过非侵入性方式提供正压气流, 降低了插管机械通气引起的感染风险<sup>[7]</sup>。牛肺表面活性剂可以通过降低肺泡表面张力, 增强肺泡的稳定性, 促进气体交换<sup>[8]</sup>。两者联合应用能有效提升氧合效果, 显示出更好的治疗效果<sup>[9]</sup>。本研究结果表明, 观察组在治疗中联合 100 mg/kg 牛肺表面活性剂, 其氧疗时

间、机械通气时间和住院时间均比联合 60 mg/kg 牛肺表面活性剂的对照组缩短。梁格等<sup>[10]</sup>的研究表明, NIPPV 的周期性正压可以模拟自然呼吸过程, 减少新生儿呼吸工作量, 从而促进肺部功能恢复。然而, NIPPV 无法提供足够的呼吸支持来克服表面活性物质的缺乏。表面活性物质由肺细胞分泌, 是一种脂蛋白复合物, 其通过降低肺泡内的表面张力, 防止肺泡在呼气期塌陷, 从而维持肺泡的稳定性, 促进气体交换<sup>[11-12]</sup>。牛肺表面活性剂主要含有磷脂和蛋白质, 可以改善肺组织的生理功能, 降低呼吸支持需求, 加速肺部病变恢复。CHEN 等<sup>[13]</sup>的研究显示, 牛肺表面活性剂通过在肺泡表面形成一层均匀的分子膜, 减少肺泡内部液体的表面张力, 从而保持肺泡的完整性和功能。因为牛肺表面活性剂主要成分中的磷脂分子具有亲水头部和疏水尾部, 使其在水性环境中能形成单层或双层结构, 覆盖在肺泡内表面<sup>[14]</sup>。MUKHERJEE 等<sup>[15]</sup>也在研究中表明, 这种分子排列形成的薄膜能显著降低肺泡内部液体的表面张力, 从而在呼吸过程中防止肺泡的过度扩张和塌陷。但低剂量表面活性剂可能由于无法充分稳定肺泡和提供足够的呼吸支持, 导致气体交换受阻, 所以观察组结合足量的牛肺表面活性剂后治疗效果更好。

牛肺表面活性剂降低了肺泡表面张力, 使肺泡更容易保持开放状态, 从而增加肺的通气面积和气体交换效率, 这有助于更有效地摄入氧气和排出二氧化碳, 改善整体的呼吸效率和气体交换功能<sup>[16]</sup>。本研究中, 观察组患儿治疗后  $OI$ 、 $PaO_2$ 、 $SpO_2$  显著提高, 而  $PaCO_2$  更低。同时, 观察组各项呼吸力学指标的升高进一步反映了呼吸系统机械功能的改善, 包括肺容量的增加、呼气流速的提升、整体通气效率的增强及呼吸周期的优化<sup>[17-18]</sup>。这是因为 NIPPV 提供的持续正压支持有助于维持肺泡的开放状态, 增强通气量和通气效率<sup>[19]</sup>, 优化了 MV 和达峰时间比。而牛肺表面活性剂通过降低肺泡表面张力, 提高了潮气量和呼气峰流量。说明这种联合治疗策略有效提升了气体交换的效率, 为 RDS 患儿带来了更好的呼吸支持。MEHTA 等<sup>[20]</sup>的研究指出, 通过改善肺的生理功能, 牛肺表面活性剂还有助于减轻肺部炎症反应, 提高治疗

成功率。本研究中, 观察组 SP-A、HMGB-1 等肺损伤标志物水平降低, 也说明了联合治疗策略有效减轻了肺部的炎症和损伤。因为牛肺表面活性剂通过降低肺泡表面张力, 改善肺泡的通气 and 氧合, 减少了肺泡的机械应力和炎症损伤。而 NIPPV 的正压通气减轻了肺泡的反复塌陷和膨胀所致的损伤。这种联合应用优化了肺的生理功能, 有效减少了肺部损伤标志物的释放, 进一步改善患儿的整体预后。过去的研究表明, RDS 会导致患儿脑部和静脉回流的血液中氧含量减少, 从而导致脑氧代谢指标的下降<sup>[21]</sup>。治疗中使用牛肺表面活性剂改善了全身的氧供应, 也增加了脑部的氧供应。因此, 治疗后的  $rSO_2$  和  $SjVO_2$  显著提高, 也体现了牛肺表面活性剂在改善脑氧代谢和降低神经系统并发症风险方面的显著优势<sup>[22]</sup>。此外, NIPPV 虽然是一种非侵入性的呼吸支持方法, 但长时间的正压通气也可能损伤肺组织, 导致肺部感染等并发症。联合使用高剂量的牛肺表面活性剂降低了对高压通气的依赖, 减少了肺泡过度扩张和损伤的可能性, 同时也减轻了肺部的炎症反应, 降低了感染的风险。CUCEREA 等<sup>[23]</sup>评估了 135 例 RDS 早产儿的并发症情况, 发现应用表面活性剂微创给药的患儿出院前病死率较低 ( $\hat{OR} = 0.640, P = 0.035$ ), 气胸发生率也明显下降, 这与本研究结果相符。

综上所述, RDS 新生儿的治疗中联合应用高剂量牛肺表面活性剂与 NIPPV, 有助于提高治疗效果, 改善血气参数和呼吸力学指标, 进一步降低肺部损伤。本研究的局限在于样本量相对较小, 未来研究应扩大样本规模, 深入探讨不同病理状态下的治疗效果, 以及进一步验证不同剂量的牛肺表面活性剂联合 NIPPV 治疗的长期影响和机制, 以优化治疗策略和提高新生儿的生存质量。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 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.
- [2] ELFARARGY M S, AL-ASHMAWY G M, ABU-RISHA S, et al. Novel predictor markers for early differentiation between transient tachypnea of newborn and respiratory distress syndrome in neonates[J]. Int J Immunopathol Pharmacol, 2021, 35: 20587384211000554.
- [3] 师红可, 梁克令, 安丽花, 等. 无创高频振荡通气与经鼻间歇正压通气作为早产儿拔管后呼吸支持疗效比较的 Meta 分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2023, 25(3): 295-301.
- [4] 杨海娟, 许泽辉, 张梦华. HFOV 叠加 CMV 联合西地那非、注射用牛肺表面活性剂治疗重度 PPHN 的效果[J]. 河北医科大学学报, 2020, 41(3): 315-318.
- [5] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 395-396.
- [6] LEI Y P, QIU X, ZHOU R X. Construction and evaluation of neonatal respiratory failure risk prediction model for neonatal respiratory distress syndrome[J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 8.
- [7] RAMASWAMY V V, DEVI R, KUMAR G. Non-invasive ventilation in neonates: a review of current literature[J]. Front Pediatr, 2023, 11: 1248836.
- [8] PATEL D V, BANSAL S C, SHAH M, et al. Natural versus synthetic surfactant therapy in respiratory distress syndrome of prematurity[J]. Indian J Pediatr, 2022, 89(11): 1086-1092.
- [9] 李菲, 唐萍. 经鼻间歇正压通气联合大剂量牛肺表面活性剂治疗重症新生儿呼吸窘迫综合征的疗效[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(14): 71-75.
- [10] 梁格, 王军, 王伟. nSIMV 或 NIPPV 联合咖啡因在重度 ARDS 早产儿撤机后的应用研究[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(1): 74-80.
- [11] WONG B H, MEI D, CHUA G L, et al. The lipid transporter Mfsd2a maintains pulmonary surfactant homeostasis[J]. J Biol Chem, 2022, 298(3): 101709.
- [12] CAPASSO L, PACELLA D, MIGLIARO F, et al. Can lung ultrasound score accurately predict the need for surfactant replacement in preterm neonates? A systematic review and meta-analysis protocol[J]. PLoS One, 2021, 16(7): e0255332.
- [13] CHEN P Y, LANG J Y, FRANKLIN T, et al. Reduced biofilm formation at the air-liquid-solid interface via introduction of surfactants[J]. ACS Biomater Sci Eng, 2023, 9(7): 3923-3934.
- [14] YUAN Y N, LIU X H, LIU T T, et al. Molecular dynamics exploring of atmosphere components interacting with lung surfactant phospholipid bilayers[J]. Sci Total Environ, 2020, 743: 140547.
- [15] MUKHERJEE S, SHANMUGAM G. A novel surfactant with short hydrophobic head and long hydrophilic tail generates vesicles with unique structural feature[J]. Small, 2023, 19(19): e2206906.
- [16] 李杰, 张荷花, 李磊, 等. 高频振荡通气联合牛肺表面活性剂治疗新生儿急性呼吸窘迫综合征的临床效果[J]. 中国医药导报, 2022, 19(26): 103-106.
- [17] RONG Z H, MO L X, PAN R, et al. Bovine surfactant in the treatment of pneumonia-induced-neonatal acute respiratory distress syndrome (NARDS) in neonates beyond 34 weeks of gestation: a multicentre, randomized, assessor-blinded, placebo-controlled trial[J]. Eur J Pediatr, 2021, 180(4): 1107-1115.
- [18] CHEN D D, CHEN J, CUI N X, et al. Respiratory morbidity and lung function analysis during the first 36 months of life in infants

- with bronchopulmonary dysplasia (BPD)[J]. *Front Pediatr*, 2020, 7: 540.
- [19] SABSABI B, HARRISON A, BANFIELD L, et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus continuous positive airway pressure and apnea of prematurity: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Perinatol*, 2022, 39(12): 1314-1320.
- [20] MEHTA R, PUROHIT A, PETROVA A. Extreme prematurity-associated alterations of pulmonary inflammatory mediators before and after surfactant administration[J]. *Pediatr Neonatol*, 2023, 64(2): 160-167.
- [21] MATHEW M, LEWIS L, SREENIVAS A, et al. Cause of death in neonates with neurological insults in the neonatal intensive care unit: insights from a MITS pilot study[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(Suppl\_5): S408-S414.
- [22] 王捷荣, 李慧娟, 黄倩, 等. 持续气道正压通气联合牛肺泡表面活性剂对新生儿呼吸窘迫综合征患儿脑氧代谢的作用分析[J]. *中国医药*, 2019, 14(11): 1643-1646.
- [23] CUCEREA M, MOSCALU M, MOLDOVAN E, et al. Early surfactant therapy for respiratory distress syndrome in very preterm infants[J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(3): 439.
- (张蕾 编辑)

**本文引用格式:** 樊盼, 龙升毅. 经鼻间歇正压通气联合牛肺表面活性剂对新生儿呼吸窘迫综合征呼吸力学的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(15): 25-30.

**Cite this article as:** FAN P, LONG S Y. Effects of nasal intermittent positive pressure ventilation combined with bovine pulmonary surfactant on respiratory mechanics in neonates with respiratory distress syndrome[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(15): 25-30.