

俯卧位在新生儿呼吸窘迫综合征有创呼吸支持中的临床研究

柴凤云¹ 仝实¹ 韩梅¹ 胡晓¹ 朱春雪¹ 高翔羽²

(1.睢宁县人民医院儿科, 江苏徐州 221200; 2.东南大学附属徐州医院新生儿科, 江苏徐州 221009)

[摘要] **目的** 了解俯卧位在新生儿呼吸窘迫综合征(neonatal respiratory distress syndrome, NRDS)有创呼吸支持治疗中的有效性及安全性。**方法** 前瞻性选择2020年6月—2023年9月睢宁县人民医院收治的77例胎龄<35周、需有创呼吸支持治疗的NRDS早产儿为研究对象,随机分为仰卧位组(37例)和俯卧位组(40例)。俯卧位组患儿每俯卧位通气6 h行仰卧位通气2 h,循环交替直至撤机。比较两组的有效性 & 安全性。**结果** 入组6 h,俯卧位组动脉血二氧化碳分压、吸入气氧浓度、氧合指数、气管插管细菌定植率,以及新生儿疼痛、躁动及镇静评估量表评分均低于仰卧位组($P<0.05$);两组pH值、动脉血氧分压、呼气末正压、机械通气时间、气管插管意外脱管、呼吸机相关性肺炎、气漏综合征、皮肤压疮、喂养不耐受和Ⅱ~Ⅳ度脑室内出血等比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 与仰卧位相比,俯卧位通气能有效改善需要机械通气NRDS患儿的氧合功能,增加舒适度,减少气管插管细菌定植,且未明显增加不良反应。[中国当代儿科杂志, 2024, 26(6): 619-624]

[关键词] 俯卧位通气; 机械通气; 新生儿呼吸窘迫综合征; 新生儿

Clinical study of prone positioning in invasive respiratory support for neonatal respiratory distress syndrome

CHAI Feng-Yun, TONG Shi, HAN Mei, HU Xiao, ZHU Chun-Xue, GAO Xiang-Yu. Department of Pediatrics, Suining County People's Hospital, Xuzhou, Jiangsu 221200, China (Tong S, Email: 15862185137@163.com)

Abstract: Objective To assess the effectiveness and safety of prone positioning in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome (NRDS) using invasive respiratory support. **Methods** A prospective study was conducted from June 2020 to September 2023 at Suining County People's Hospital, involving 77 preterm infants with gestational ages less than 35 weeks requiring invasive respiratory support for NRDS. The infants were randomly divided into a supine group (37 infants) and a prone group (40 infants). Infants in the prone group were ventilated in the prone position for 6 hours followed by 2 hours in the supine position, continuing in this cycle until weaning from the ventilator. The effectiveness and safety of the two approaches were compared. **Results** At 6 hours after enrollment, the prone group showed lower arterial blood carbon dioxide levels, inspired oxygen concentration, oxygenation index, rates of tracheal intubation bacterial colonization, and Neonatal Pain, Agitation and Sedation Scale scores compared to the supine group ($P<0.05$). There were no significant differences between the groups in terms of pH, arterial oxygen pressure, positive end-expiratory pressure, duration of mechanical ventilation, accidental extubation, ventilator-associated pneumonia, air leak syndrome, skin pressure sores, feeding intolerance, and grades II-IV intraventricular hemorrhage ($P>0.05$). **Conclusions** Compared to supine positioning, prone ventilation effectively improves oxygenation, increases comfort, and reduces tracheal intubation bacterial colonization in neonates requiring mechanical ventilation for NRDS, without significantly increasing adverse reactions. [Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2024, 26(6): 619-624]

Key words: Prone ventilation; Mechanical ventilation; Neonatal respiratory distress syndrome; Neonate

[收稿日期] 2023-12-25; [接受日期] 2024-04-16

[基金项目] 睢宁县社会发展科技计划(SN202017); 江苏省卫生健康委科研项目(Z2020060)。

[作者简介] 柴凤云,女,本科,副主任医师。

[通信作者] 仝实,男,副主任医师。Email: 15862185137@163.com。

新生儿呼吸窘迫综合征 (neonatal respiratory distress syndrome, NRDS) 是新生儿时期危急重症, 是导致新生儿死亡的主要原因之一, 多见于早产儿。许多早产儿需要依赖机械通气来维持有效呼吸^[1]。但长时间机械通气对于患儿的舒适度、耐受性及依从性都是极大挑战。机械通气常规情况下采取仰卧位方式, 成人研究显示俯卧位机械通气可以改善急性呼吸窘迫综合征的通气和氧合情况, 降低病死率和改善远期预后^[2-3], 目前已成为临床上治疗急性呼吸窘迫综合征的有效手段之一^[4]。近年来针对新生儿群体也逐步开展了俯卧位对呼吸功能影响的研究, 认为俯卧位可改善新生儿的氧合功能和动态肺顺应性^[5]。也有研究认为在机械通气的呼吸窘迫综合征儿童中, 俯卧位通气在改善氧合方面优势并不明确, 并增加了压疮的风险^[6]。本研究比较了在机械通气时, 仰卧位或俯卧位对NRDS患儿呼吸功能和并发症的影响, 分析俯卧位通气对NRDS治疗的有效性及其安全性, 为临床实践提供参考。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

前瞻性选择2020年6月—2023年9月睢宁县人民医院新生儿重症监护室救治的NRDS患儿作为研究对象。纳入标准: (1) 胎龄<35周, 符合NRDS诊断标准, 即生后出现进行性呼吸困难、低氧性呼吸衰竭, 胸部X线片显示两肺出现均匀分布的病变 (包括透亮度降低、毛玻璃样改变、支气管充气征及白肺等)^[7-8]。(2) 出生时即需要气管插管的危重早产儿。(3) 无创呼吸支持失败, 出现下列任一适应证, 需要气管插管进行有创呼吸支持^[7, 9]: ①频繁呼吸暂停, 经药物或持续气道正压通气干预无效; ②吸入气氧浓度 (fraction of inspired oxygen, FiO_2) >0.3~0.4, 动脉血氧分压 (arterial partial pressure of oxygen, PaO_2) <50~60 mmHg 或经皮血氧饱和度<85% (紫绀型先天性心脏病除外); ③动脉血二氧化碳分压 (arterial partial pressure of carbon dioxide, $PaCO_2$) >60~65 mmHg, 伴有持续性酸中毒 (pH<7.20)。(4) 监护人签署临床研究知情同意书。排除标准: (1) 呼吸系统先天畸形; (2) 复杂性先天性心脏病。剔除标准: (1) 先天性肺表面活性物质 (pulmonary surfactant, PS) 代谢缺陷等遗传代谢性疾病; (2) 临床资料不完整或

不可信。本研究通过睢宁县人民医院医学伦理委员会审核 (SNXRMY-LL-2020-008)。

1.2 资料收集

记录患儿性别、胎龄、出生体重、分娩方式、1 min Apgar评分、5 min Apgar评分、首次给予PS (注射用牛肺表面活性剂, 华润双鹤药业股份有限公司) 时龄、给予PS总量、入组时龄; 收集患儿母亲年龄、妊娠期是否有糖尿病及高血压等妊娠并发症, 以及分娩前是否完成糖皮质激素疗程、是否胎膜早破>18 h、羊水情况及母亲是否发热等。

1.3 PS应用

若无创呼吸支持时 FiO_2 >0.3, 则应用气管插管-PS-拔管技术, 经气管插管滴注外源性PS, 注射完毕拔管后继续无创呼吸支持。若有创呼吸支持时 FiO_2 >0.3, 则经气管插管滴注外源性PS。PS应用6~8 h后, 如果病情进展, FiO_2 >0.3~0.4, 胸部X线片无好转, 并排除气胸等其他原因, 可重复滴注1次PS^[7, 10]。

1.4 呼吸机参数设置

呼吸机模式设置为常频通气模式, 常用同步间歇指令通气^[9, 11]。根据患儿病情变化及血气分析及时调整呼吸机参数, 维持经皮血氧饱和度为90%~94%^[7]。

1.5 通气体位

入组后, 所有患儿置暖箱中, 四肢摆放于舒适体位, 头部抬高15~20°。有创呼吸支持后即刻入组, 入组后通过随机数字表法随机分为仰卧位组和俯卧位组, 俯卧位组患儿每俯卧位通气6 h行仰卧位通气2 h^[12], 循环交替直至撤机。俯卧位组将早产儿腹部与床接触, 床头抬高, 头偏向一侧, 四肢呈蛙状位, 四肢屈曲配合髋关节屈曲以预防髋关节外翻。在两侧用床单做成巢穴以提供触觉刺激及边界感^[13]。腹部无需支撑, 不影响鼻饲喂养。护理操作时可短暂采用合适体位, 操作结束后继续俯卧位。在进行俯卧位操作时仔细固定气管插管, 严密观察管路并严防脱落, 操作过程中严密监测心率及血氧饱和度^[12]。入组稳定30 min后和第一个6 h结束时分别记录数据^[12]。

1.6 撤机适应证

(1) 当患儿临床症状改善, 血气分析正常时应逐渐降低呼吸机参数, 锻炼和增强自主呼吸。一般先降低 FiO_2 , 然后再降低呼吸频率, 同时应观察胸廓起伏、监测经皮血氧饱和度及动脉血气结果。(2) 当 FiO_2 ≤0.3~0.4, 呼气末正压

(positive end expiratory pressure, PEEP) ≤ 4 cmH₂O, 频率 ≤ 10 次/min时, 动脉血气结果正常, 可考虑撤机^[9, 14]。

1.7 观察指标

(1) 入组 30 min 及 6 h 的血气分析 (pH、PaO₂、PaCO₂)、呼吸机参数 (PEEP、FiO₂)、氧合指数 [oxygenation index, OI; OI=平均气道压 (cmH₂O) $\times$ FiO₂ $\times$ 100/PaO₂ (mmHg)]、机械通气持续时间; (2) 入组 6 h 的新生儿疼痛、躁动及镇静评估量表 (Neonatal Pain, Agitation and Sedation Scale, N-PASS) 评分^[15], 以及气管插管细菌定植 (机械通气撤机时的气管抽吸物)、气管插管意外脱管、机械通气并发症及不良结局 [如呼吸机相关性肺炎 (ventilator associated pneumonia, VAP)、气漏综合征、皮肤压疮、喂养不耐受和 II~IV 度脑室内出血 (intraventricular hemorrhage, IVH)]。疾病诊断标准主要依据 *Avery's Diseases of the Newborn*^[16] 及第 5 版《实用新生儿学》^[8]。

1.8 样本量估算

以入组 6 h 的 OI 为主要指标。OI 数据一般呈正态分布, 基于预试验及文献^[12], 标准差约为 1.3 ($\sigma=1.3$)。假设俯卧位组入组 6 h 的 OI 比仰卧位组降低或增加 1.0 及以上 ($\delta=1.0$), 临床上才认为有一定意义, 支持首选或不首选俯卧位模式。设定功效为 80% ($\beta=20\%$), $\alpha=0.05$ (双侧), 两组样本

量接近 1:1, 则每组所需样本量至少 36 例。计算公式: $n=2 \left[\frac{(Z_{\alpha}+Z_{\beta})}{(\delta/\sigma)} \right]^2=2 \left[\frac{(1.960+1.282)}{(1.0/1.3)} \right]^2 \approx 36$ 。考虑到不超过 10% 的排除或退出等脱落率, 计划每组至少纳入 40 例。

1.9 统计学分析

应用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析。计数资料以例和率 (%) 表示, 两组间比较采用 χ^2 检验; 正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用两样本 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

研究期间共收治胎龄 <35 周早产儿 278 例, 符合纳入标准 85 例, 排除呼吸系统先天畸形 1 例、复杂性先天性心脏病 2 例, 随机分为仰卧位组 40 例、俯卧位组 42 例; 剔除遗传代谢性疾病 1 例、临床资料不完整或不可信 4 例, 最终仰卧位组 37 例、俯卧位组 40 例。两组患儿性别、胎龄、出生体重、分娩方式、1 min Apgar 评分、5 min Apgar 评分、首次给予 PS 时龄、给予 PS 总量、入组时龄, 以及母亲年龄、妊娠期合并症、产前完成糖皮质激素疗程、胎膜早破 >18 h、羊水异常及母亲发热等方面比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组一般资料比较

组别	例数	男性 [例(%)]	胎龄 ($\bar{x} \pm s$, 周)	出生体重 ($\bar{x} \pm s$, g)	剖宫产 [例(%)]	1 min Apgar 评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	5 min Apgar 评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	首次给予 PS 时龄 ($\bar{x} \pm s$, h)	PS 总量 ($\bar{x} \pm s$, mg/kg)
仰卧位组	37	20(54)	29.3 $\pm$ 3.2	1 780 $\pm$ 478	20(54)	6.8 $\pm$ 1.8	8.6 $\pm$ 0.5	4.1 $\pm$ 2.3	89 $\pm$ 36
俯卧位组	40	19(48)	29.5 $\pm$ 3.3	1 678 $\pm$ 380	17(42)	7.3 $\pm$ 2.0	8.6 $\pm$ 0.5	4.3 $\pm$ 2.2	90 $\pm$ 23
χ^2 值		0.330	-0.342	1.034	1.028	-1.065	0.153	-0.364	-0.120
P 值		0.565	0.734	0.304	0.311	0.290	0.879	0.717	0.905

组别	例数	入组时龄 ($\bar{x} \pm s$, h)	母亲年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	母亲妊娠 糖尿病 [例(%)]	母亲妊娠 高血压 [例(%)]	产前使用 地塞米松 [例(%)]	胎膜早破 >18 h [例(%)]	羊水异常 [例(%)]	母亲发热 [例(%)]
仰卧位组	37	2.6 $\pm$ 1.3	30 $\pm$ 6	5(14)	3(8)	25(68)	3(8)	8(22)	2(5)
俯卧位组	40	2.9 $\pm$ 1.5	32 $\pm$ 6	8(20)	7(18)	29(72)	8(20)	8(20)	4(10)
χ^2 值		-0.884	-1.487	0.576	1.500	0.223	2.220	0.031	0.565
P 值		0.379	0.141	0.448	0.221	0.637	0.136	0.861	0.452

注: [PS] 肺表面活性物质。

2.2 两组呼吸支持疗效比较

入组 30 min, 两组患儿血气分析 (pH、PaO₂、

PaCO₂)、呼吸机参数 (PEEP、FiO₂) 及 OI 比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 入组 6 h, 俯卧位组

患儿 PaCO₂、FiO₂、OI 低于仰卧位组 ($P<0.05$)，两组患儿 pH、PaO₂、PEEP 比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 2。

表 2 两组呼吸支持疗效比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	入组 30 min					
		pH	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	PEEP (cmH ₂ O)	FiO ₂ (%)	OI
仰卧位组	37	7.29 ± 0.06	69 ± 11	56 ± 8	6.1 ± 0.3	39.3 ± 0.7	9.0 ± 1.3
俯卧位组	40	7.30 ± 0.06	71 ± 11	54 ± 9	6.0 ± 0.2	39.2 ± 0.8	9.2 ± 1.3
<i>t</i> 值		-0.510	-0.826	0.736	0.846	0.819	-0.650
<i>P</i> 值		0.611	0.411	0.464	0.401	0.415	0.518

组别	例数	入组 6 h						机械通气时间 (d)
		pH	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	PEEP (cmH ₂ O)	FiO ₂ (%)	OI	
仰卧位组	37	7.39 ± 0.05	86 ± 4	41 ± 5	4.7 ± 0.3	39.4 ± 3.3	4.5 ± 1.3	3.8 ± 1.0
俯卧位组	40	7.41 ± 0.04	87 ± 3	39 ± 5	4.6 ± 0.3	38.0 ± 2.2	3.9 ± 1.2	3.9 ± 1.0
<i>t</i> 值		-1.647	-1.272	2.425	1.831	2.164	2.152	-0.327
<i>P</i> 值		0.104	0.207	0.018	0.071	0.034	0.035	0.745

注：[PaO₂] 动脉血氧分压；[PaCO₂] 动脉血二氧化碳分压；[PEEP] 呼气末正压；[FiO₂] 吸入气氧浓度；[OI] 氧合指数。

2.3 两组并发症或不良结局比较

入组 6 h 俯卧位组 N-PASS 评分低于仰卧位组 ($P<0.001$)；撤机时俯卧位组气管插管细菌定植率低于仰卧位组 ($P<0.05$)；两组气管插管意外脱管、

VAP、气漏综合征、皮肤压疮、喂养不耐受和Ⅱ~Ⅳ度 IVH 比较，差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 3。

表 3 两组机械通气期间并发症和不良结局比较

组别	例数	N-PASS ($\bar{x} \pm s$, 分)	气管插管 细菌定植 [例(%)]	气管插管 意外脱管 [例(%)]	VAP [例(%)]	气漏 综合征 [例(%)]	皮肤 压疮 [例(%)]	喂养 不耐受 [例(%)]	Ⅱ~Ⅳ度 IVH [例(%)]
仰卧位组	37	8.3 ± 2.1	10(27)	1(3)	4(11)	2(5)	1(3)	14(38)	2(5)
俯卧位组	40	4.4 ± 1.2	3(8)	3(8)	3(8)	2(5)	3(8)	13(32)	1(2)
χ^2 值		9.675	5.223	0.898	0.255	0.006	0.898	0.241	0.433
<i>P</i> 值		<0.001	0.022	0.343	0.614	0.936	0.343	0.624	0.510

注：[N-PASS] 新生儿疼痛、躁动及镇静评估量表；[VAP] 呼吸机相关性肺炎；[IVH] 脑室内出血。

3 讨论

俯卧位近年来被认为是治疗成人严重急性呼吸窘迫综合征的有效方法^[17]。也有学者对 NRDS 患儿采用数小时的俯卧位通气，结果显示俯卧位通气可改善呼吸功能^[18]，考虑与其可以通过多种机制改善氧合有关^[18-19]。首先，俯卧位通气可使充气分布更均匀，气体/组织比率更稳定。其次，俯卧位可使胸壁顺应性有所降低，这有利于更均匀通气特别是在腹侧和膈旁区域。最后，俯卧位

通气能促进呼吸道分泌物引流^[3]。

本研究结果显示，入组 30 min 俯卧位组与仰卧位组患儿 pH、PaO₂、PaCO₂、PEEP、FiO₂、OI 等比较差异均无统计学意义；入组 6 h，俯卧位组患儿 PaCO₂、FiO₂、OI 低于仰卧位组。Loi 等^[12] 纳入 161 例新生儿（包括 NRDS），结果显示，入组 30 min 俯卧位组或仰卧位组各种呼吸和循环参数无明显差异；入组 6 h 俯卧位组的 PaCO₂、修正通气指数、PaO₂/FiO₂、血氧饱和度/FiO₂、OI 等呼吸参数均好于仰卧位组。提示俯卧位能使肺通气改善，

尤其是能更好地改善NRDS氧合。本研究结果与之基本一致。对于俯卧位最佳时长,目前尚无统一意见^[19]。

Rivas-Fernandez等^[20]纳入19项($n=516$)接受机械通气的新生儿采用不同体位(仰卧位与俯卧位、侧卧位或从俯卧位转到侧卧位对比)的随机和半随机临床试验。荟萃分析结果显示,新生儿接受机械通气时(14项试验),俯卧位的 PaO_2 高于仰卧位(平均差5.49 mmHg, 95%CI: 2.92~8.05 mmHg, $n=116$),脉搏血氧饱和度比仰卧位高1.13%~3.24% ($n=154$)。所以低至中等质量的证据表明,俯卧位可能有利于机械通气新生儿氧合的轻微短暂改善;而没有证据表明,俯卧位能有效持久地改善机械通气新生儿氧合及临床相关表现。

钟庆华等^[21]将83例经口气管插管机械通气的极早产儿随机分为俯卧位组和仰卧位组,俯卧位组患儿每仰卧位通气4 h行俯卧位通气2 h。分别记录仰卧位组每通气6 h、俯卧位组于转换为俯卧位后1 h的呼吸机参数、动脉血气分析和生命体征。结果显示,俯卧位组 FiO_2 、气道峰压、平均气道压低于仰卧位组,差异有统计学意义;俯卧位组的 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 比值高于仰卧位组,而OI、呼吸频率较低。该研究在观察的6 h中,俯卧位通气仅2 h,已能明显改善机械通气极早产儿的氧合功能。因考虑Rivas-Fernandez等^[20]荟萃分析的结果未能证实俯卧位如此显著的优势,故本研究未在俯卧位通气2 h时监测相关指标。

新生儿期疼痛治疗不当可能会导致长期负面后果,如视觉感知发育延迟、智商降低等^[22-23]。本研究中,入组6 h俯卧位组N-PASS评分低于仰卧位组。Çakıcı等^[24]随机对20例接受经鼻持续气道正压通气治疗的早产儿进行研究,利用早产儿舒适量表记录通气1、8、16及24 h患儿的舒适度,发现根据量表评价,婴儿舒适度最高的是俯卧位。Kahraman等^[25]对33例胎龄31~35周的早产儿进行研究,发现俯卧位早产儿的哭闹时间、多种疼痛及痛苦评分均显著低于仰卧位。本研究结果与之基本一致。

本研究结果显示,撤机时俯卧位组气管插管细菌定植率低于仰卧位组。新生儿接受机械通气5 d后的气管内吸出物培养结果显示,交替侧卧位的细菌定植少于仰卧位^[20];机械通气第2天和第5天,仰卧位组气管内吸出物培养显示细菌定植率明显高于俯卧位组^[21]。本研究结果与之基本一致,

考虑与俯卧位通气时呼吸道分泌物相对更容易排出有关。

本研究结果还发现,俯卧位组与仰卧位组气管插管意外脱管、VAP、气漏综合征、皮肤压疮、喂养不耐受、Ⅱ~Ⅳ度IVH比较无明显差异。考虑主要因为俯卧位与仰卧位等干预措施的不良反应较少,所以对不良结局的影响较小有关。Rivas-Fernandez等^[20]荟萃分析19项相关研究($n=516$),比较IVH、肠内喂养、VAP、气漏综合征、皮肤压疮、支气管肺发育不良发生率,发现俯卧位组与仰卧位组之间无差异,本研究结果与之相似。

综上所述,与仰卧位相比,俯卧位通气虽然未能缩短机械通气时间,但能有效改善需要机械通气早产儿NRDS的氧合功能,增加早产儿舒适度,减少气管插管细菌定植,且并未明显增加不良反应。

作者贡献声明:柴风云负责实施研究、分析数据、论文撰写;仝实负责研究指导、论文修改、经费支持;韩梅、胡晓、朱春雪负责实施研究、采集数据;高翔羽负责研究指导、论文修改。

利益冲突声明:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Jensen EA, Schmidt B. Epidemiology of bronchopulmonary dysplasia[J]. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol, 2014, 100(3): 145-157. PMID: 24639412. PMCID: PMC8604158. DOI: 10.1002/bdra.23235.
- [2] Papazian L, Schmidt M, Hajage D, et al. Effect of prone positioning on survival in adult patients receiving venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. Intensive Care Med, 2022, 48(3): 270-280. PMID: 35037993. PMCID: PMC8762989. DOI: 10.1007/s00134-021-06604-x.
- [3] Papazian L, Munshi L, Guérin C. Prone position in mechanically ventilated patients[J]. Intensive Care Med, 2022, 48(8): 1062-1065. PMID: 35652920. PMCID: PMC9160174. DOI: 10.1007/s00134-022-06731-z.
- [4] Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, et al. Prone position for acute respiratory distress syndrome. A systematic review and meta-analysis[J]. Ann Am Thorac Soc, 2017, 14(Supplement_4): S280-S288. PMID: 29068269. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201704-343OT.
- [5] Hough J, Trojman A, Schibler A. Effect of time and body position on ventilation in premature infants[J]. Pediatr Res,

- 2016, 80(4): 499-504. PMID: 27331352.
DOI: 10.1038/pr.2016.116.
- [6] Bhandari AP, Nnate DA, Vasanthan L, et al. Positioning for acute respiratory distress in hospitalised infants and children[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2022, 6(6): CD003645. PMID: 35661343. PMCID: PMC9169533.
DOI: 10.1002/14651858.CD003645.pub4.
- [7] Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome: 2022 update[J]. *Neonatology*, 2023, 120(1): 3-23. PMID: 36863329. PMCID: PMC10064400. DOI: 10.1159/000528914.
- [8] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 575-578.
- [9] 《中华儿科杂志》编辑委员会, 中华医学会儿科学分会新生儿学组. 新生儿机械通气常规[J]. *中华儿科杂志*, 2015, 53(5): 327-330. PMID: 26080660.
DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.05.003.
- [10] 中华医学会儿科学分会新生儿学组, 中华儿科杂志编辑委员会. 中国新生儿肺表面活性物质临床应用专家共识 (2021 版)[J]. *中华儿科杂志*, 2021, 59(8): 627-632. PMID: 34333913.
DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20210329-00261.
- [11] 中国医师协会新生儿科医师分会循证专业委员会. 容量目标通气模式在新生儿呼吸支持中的应用指南[J]. *中国循证医学杂志*, 2022, 22(2): 125-133.
- [12] Loi B, Regiroli G, Foligno S, et al. Respiratory and haemodynamic effects of 6h-pronation in neonates recovering from respiratory distress syndrome, or affected by acute respiratory distress syndrome or evolving bronchopulmonary dysplasia: a prospective, physiological, crossover, controlled cohort study[J]. *EClinicalMedicine*, 2023, 55: 101791. PMID: 36712892. PMCID: PMC9874350.
DOI: 10.1016/j.eclinm.2022.101791.
- [13] 李变, 杜雪燕, 蒙景雯. 新生儿重症监护病房早产儿体位支持的研究进展[J]. *中华新生儿科杂志*, 2022, 37(1): 85-87.
DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2022.01.023.
- [14] Sangsari R, Saeedi M, Maddah M, et al. Weaning and extubation from neonatal mechanical ventilation: an evidenced-based review [J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 421. PMID: 36384517. PMCID: PMC9670452. DOI: 10.1186/s12890-022-02223-4.
- [15] 何星蓉, 郑显兰, 柯淞淋, 等. 基于 3 个英文版新生儿疼痛量表评估新生儿术后疼痛的信度和效度研究[J]. *中国循证儿科杂志*, 2021, 16(3): 186-191.
DOI: 10.3969/j.issn.1673-5501.2021.03.003.
- [16] Jackson JC. Respiratory Disorders in the Preterm Infant[M]// Gleason CA, Juul SE. *Avery's Diseases of the Newborn*. 10th ed. Philadelphia: Elsevier, 2018: 653-667.e2.
- [17] Gattinoni L, Busana M, Giosa L, et al. Prone positioning in acute respiratory distress syndrome[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2019, 40(1): 94-100. PMID: 31060091.
DOI: 10.1055/s-0039-1685180.
- [18] Koulouras V, Papathanakos G, Papathanasiou A, et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: a pathophysiology-based review[J]. *World J Crit Care Med*, 2016, 5(2): 121-136. PMID: 27152255. PMCID: PMC4848155.
DOI: 10.5492/wjccm.v5.i2.121.
- [19] Guérin C, Albert RK, Beitler J, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(12): 2385-2396. PMID: 33169218. PMCID: PMC7652705. DOI: 10.1007/s00134-020-06306-w.
- [20] Rivas-Fernandez M, Roqué I, Figuls M, Diez-Izquierdo A, et al. Infant position in neonates receiving mechanical ventilation[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 11(11): CD003668. PMID: 27819747. PMCID: PMC6734119.
DOI: 10.1002/14651858.CD003668.pub4.
- [21] 钟庆华, 段江, 张彩营, 等. 极早产儿俯卧位机械通气对呼吸功能的影响[J]. *中国当代儿科杂志*, 2018, 20(8): 608-612. PMID: 30111467. PMCID: PMC7389764.
DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2018.08.002.
- [22] Perry M, Tan Z, Chen J, et al. Neonatal pain: perceptions and current practice[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2018, 30(4): 549-561. PMID: 30447813. PMCID: PMC6570422.
DOI: 10.1016/j.cnc.2018.07.013.
- [23] Field T. Preterm newborn pain research review[J]. *Infant Behav Dev*, 2017, 49: 141-150. PMID: 28898671.
DOI: 10.1016/j.infbeh.2017.09.002.
- [24] Çakıcı M, Mutlu B. Effect of body position on cardiorespiratory stabilization and comfort in preterm infants on continuous positive airway pressure[J]. *J Pediatr Nurs*, 2020, 54: e1-e8. PMID: 32680615. DOI: 10.1016/j.pedn.2020.06.015.
- [25] Kahraman A, Başbakkal Z, Yalaz M, et al. The effect of nesting positions on pain, stress and comfort during heel lance in premature infants[J]. *Pediatr Neonatol*, 2018, 59(4): 352-359. PMID: 29248383. DOI: 10.1016/j.pedneo.2017.11.010.

(本文编辑: 王颖)

(版权所有©2024 中国当代儿科杂志)