

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.07.013

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240228.1019.005\(2024-02-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240228.1019.005(2024-02-28))

俯卧位通气时间对儿童中重度急性呼吸窘迫综合征的影响*

徐婷婷¹, 付聪慧¹, 李燕¹, 杨晓亚¹, 刘季¹, 李爱求^{2△}

(上海市儿童医院/上海交通大学医学院附属儿童医院:1.重症医学科;2.护理部,上海 200062)

[摘要] 目的 探讨俯卧位通气(PPV)时间对中重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患儿的影响。方法 选取 2019 年 6 月至 2022 年 6 月上海市某三级甲等儿童专科医院重症医学科收治的 58 例中重度 ARDS 患儿为研究对象,收集 PPV 前、PPV 6 h、PPV 12 h、PPV>12 h 及第 1、2、3 天 PPV 后患儿的临床指标[心率、经皮氧饱和度(SpO₂)、平均动脉压(MAP)、动态肺顺应性(Cdyn)、潮气量(VT)、气道峰压(PIP)、吸入氧浓度(FiO₂)、pH、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉血氧分压(PaO₂)、碳酸氢根(HCO₃⁻)、氧合指数(P/F)、乳酸]及不良事件发生情况(压力性损伤、非计划性拔管),分析 PPV 时间对患儿生命体征、血气指标、呼吸机参数及安全事件的影响。**结果** 本组病例压力性损伤发生率为 8.62%(5/58),气管插管滑脱发生率为 1.72%(1/58)。第 1 天 PPV 前后,SpO₂、P/F、PaO₂、FiO₂、VT、Cdyn 比较差异有统计学意义($P<0.05$),而心率、MAP、PIP、pH、PaCO₂、HCO₃⁻、乳酸比较差异无统计学意义($P>0.05$)。PPV 时间达到 3 d 的患儿比较分析显示,心率、SpO₂、P/F、PIP、FiO₂ 均有明显改善,且随着 PPV 时间的增加,P/F 越来越高、FiO₂ 的需求越来越低,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 实施较长时间的 PPV,对改善中重度 ARDS 患儿的氧合状况效果明显,且不增加安全事件的发生。

[关键词] 俯卧位通气;急性呼吸窘迫综合征;儿童;护理

[中图分类号] R473.72 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)07-1032-04

Effect of prone position ventilation time on moderate to severe acute respiratory distress syndrome in children*

XU Tingting¹, FU Conghui¹, LI Yan¹, YANG Xiaoya¹, LIU Ji¹, LI Aiqiu^{2△}

(1. Department of Critical Care Medicine; 2. Department of Nursing, Shanghai Municipal Children's Hospital/Affiliated Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200062, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of prone position ventilation (PPV) time on children patients with moderate to severe acute respiratory distress syndrome. **Methods** Fifty-eight children patients with moderate to severe acute respiratory distress syndrome admitted and treated in the department of critical care medicine of a tertiary children's hospital in Shanghai City from June 2019 to June 2022 were selected as the study subjects. The clinical indicators [heart rate, pulse oximeter oxygen saturation (SpO₂), mean arterial pressure (MAP), dynamic lung compliance (Cdyn), tidal volume (VT), peak inspiratory pressure (PIP), fraction of inspiration O₂ (FiO₂), pH, arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), arterial partial pressure of oxygen (PaO₂), bicarbonate radical (HCO₃⁻), PaO₂/FiO₂ (P/F), lactic acid] and adverse events occurrence (pressure injury, unplanned extubation) were collected before PPV, at PPV 6, 12 h and at PPV>12 h, on 1, 2, 3 d after PPV. The effects of PPV time on the vital signs, blood gas indexes, ventilator parameters and safety events in the children patients were observed. **Results** The incidence rate of pressure injury in this group of cases was 8.62%(5/58) and the incidence rate of tracheal intubation slip was 1.72%(1/58). SpO₂, P/F, PaO₂, FiO₂, VT, Cdyn had statistically significant difference between before and after PPV on 1 d ($P<0.05$), while the heart rate, MAP, PIP, pH, PaCO₂, HCO₃⁻ and lactic acid had no statistical difference ($P>0.05$). The comparative analysis of the patients with PPV time up to 3 d showed that the heart rate, SpO₂, P/F, PIP and FiO₂ after PPV all had significant improvement, moreover, with the PPV time increase, the P/F numerical

value was increased more and more, while the need of FiO_2 was lower more and more, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The effect of PPV for implementing a longer period of time is more obvious in improving the oxygenation status of children with moderate and severe ARDS, moreover which dose not increase the occurrence of safe events.

[Key words] prone position ventilation; acute respiratory distress syndrome; child; nursing care

儿童急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 是由急性、炎症性肺损伤引起的一种低氧性呼吸衰竭^[1], 病死率高达 33.7%^[2]。实施长时间的俯卧位通气 (prone position ventilation, PPV) 可改善 ARDS 患儿的氧合状态和气体交换功能, 这也是降低 ARDS 病死率的有效方法之一^[3-4]。PPV 时间持续 12~18 h 对 ARDS 患者的治疗效果尤其明显, 可能有利于改善难治性低氧血症和肺保护性通气, 从而改善 ARDS 患者的预后^[5]。PPV 操作较为简单, 但实际接受 PPV 治疗的 ARDS 患者较少, 国内外实施 PPV 比例均不足 20%^[6-7], 若实施不当, 可引起压力性损伤、非计划性拔管、心律失常、面部水肿等不良事件^[8-9]。虽然 PPV 是公认的改善 ARDS 患者氧合状态的重要策略之一, 但在儿童领域实施 PPV 的效果及安全性尚未形成统一意见。因此, 本研究通过回顾性研究, 比较不同 PPV 时间对中重度 ARDS 患儿生命体征、血气指标、呼吸机参数及安全事件的影响, 旨在为进一步规范危重症患儿 PPV 的护理管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用便利抽样法, 选取 2019 年 6 月至 2022 年 6 月上海市某三级甲等儿童专科医院重症医学科收治的 58 例中重度 ARDS 患儿为研究对象。纳入标准: (1) 符合 2015 年儿童急性肺损伤共识会议 (PALICC) 诊断标准^[10]; (2) 行机械通气; (3) PPV 时间 > 12 h。排除标准: (1) 轻度 ARDS; (2) 临床数据不全。本研究经医院伦理委员会审批 (2023R023)。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

由两名专科护士通过电子病历系统及重症护理系统收集患儿的一般资料及临床数据, 剔除重要资料缺失的病例。一般资料: 性别、年龄、BMI; 临床数据: 呼吸机参数、血气分析结果、生命体征及不良事件的发生情况。收集的数据经第 3 名研究者进行核对, 确保数据的准确性。

1.2.2 PPV 方法

1.2.2.1 物品准备

电极片 5 片, 7.5 cm \times 7.7 cm 自粘性软聚硅酮有边型泡沫敷料 4 片, 10 cm \times 10 cm 自粘性软聚硅酮有边型泡沫敷料 6 片, 水枕 3 个, 90 cm \times 60 cm 尿垫 1 张, 儿童俯卧位体位垫 1 个。

1.2.2.2 评估要点

(1) 患儿生命体征; (2) 高风险部位: 骨突处如下

颌、左右髌部、双膝处及双足背分别给予自粘性软聚硅酮有边型泡沫敷料进行保护; (3) 各类导管及固定, 夹闭非紧急管路; (4) Ramsay 镇静评分维持在 3~5 分; (5) 保持气道通畅, 充分清理口鼻腔分泌物。

1.2.2.3 实施要点

应由至少 4 名医护人员执行 (护士 2 名、医生 2 名), 1 名医生作为领导者/发号施令者负责患儿头部及气管插管, 2 名护士分别站在患儿两侧进行翻身, 另 1 名医生负责调节呼吸机参数。具体步骤: (1) 确定翻转方向, 借助患儿身下尿垫将患儿移至床的一侧, 并放置儿童俯卧位体位垫; (2) 将新的尿垫放在患儿身上, 位置与患儿身下尿垫重叠; (3) 使患儿双手紧贴身体两侧, 并将上下两块尿垫同时卷曲至患儿身体两侧, 翻转患儿至俯卧位体位垫上; (4) 移除患儿原仰卧位时的尿垫, 将患儿放置好并将电极片贴在患儿背部, 整理各类管路, 并将双手放于功能位。

1.2.3 评价指标

本研究采取自身配对设计方法, 比较 PPV 前、PPV 6 h、PPV 12 h、PPV > 12 h 及第 1、2、3 天 PPV 后患儿的临床指标 [心率、经皮氧饱和度 (pulse oximeter oxygen saturation, SpO_2)、平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP)、动态肺顺应性 (dynamic lung compliance, C_{dyn})、潮气量 (tidal volume, VT)、气道峰压 (peak inspiratory pressure, PIP)、吸入氧浓度 (fraction of inspiration O_2 , FiO_2)、pH、动脉血二氧化碳分压 (arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2)、动脉血氧分压 (arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)、碳酸氢根 (HCO_3^-)、氧合指数 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, P/F)、乳酸] 及不良事件发生情况 (压力性损伤、非计划性拔管)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 比较采用重复测量方差分析; 不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 比较采用 Friedman 秩和检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

本研究共纳入 58 例 ARDS 患儿, 其中男 33 例, 女 25 例, 年龄 15.00 (9.00, 42.25) 个月, PPV 时间 19.75 (15.88, 22.63) h, 其中 20 例患儿 PPV 时间 ≥ 3 d。1 例 (1.72%) 患儿发生气管插管滑脱 (第 1 天 PPV > 12 h), 5 例 (8.62%) 患儿出现压力性损伤 (4 例压力性损伤发生在第 1 天 PPV > 12 h, 1 例压力性损

伤发生在第 2 天 PPV > 12 h, 且发生部位均集中在双膝、双侧耳廓、下颌)。

2.2 第 1 天 PPV 时间对 ARDS 患儿的影响

第 1 天 PPV 前后, SpO₂、P/F、Cdyn、VT、FiO₂、PaO₂ 比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 而心率、MAP、PIP、pH、PaCO₂、HCO₃⁻、乳酸比较差异无统

计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

2.3 较长 PPV 时间对 ARDS 患儿的影响

第 3 天 PPV 后心率、SpO₂、P/F、PIP、FiO₂ 均有明显改善, 且随着 PPV 时间的增加, P/F 越来越高、FiO₂ 的需求越来越低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 1 中重度 ARDS 患儿第 1 天 PPV 前后临床指标比较 [$\bar{x} \pm s$ 或 $M(Q_1, Q_3)$, $n = 58$]

项目	PPV 前	PPV 6 h	PPV 12 h	PPV > 12 h	F/χ ²	P
心率(次/min)	124.95 ± 25.19	121.95 ± 23.95	123.09 ± 25.71	123.81 ± 27.77	0.667	0.525
SpO ₂ (%)	94.50(92.00, 96.25)	96.00(94.75, 98.00) ^a	96.00(94.75, 98.00) ^a	96.50(95.00, 98.00) ^a	23.492	<0.001
MAP(mmHg)	73.21 ± 15.16	102.50(90.00, 112.00)	71.52 ± 12.84	71.00(62.75, 81.00)	1.619	0.655
P/F	103.10 ± 40.45	127.04(84.94, 161.35) ^a	125.31(81.96, 177.88) ^a	139.94 ± 61.15 ^a	27.500	<0.001
Cdyn(mL/cmH ₂ O)	0.43 ± 0.16	0.44 ± 0.16	0.47(0.35, 0.55)	0.52(0.36, 0.59) ^a	17.386	0.001
VT(L/min)	88.00(57.50, 141.50)	92.00(63.75, 137.00)	94.50(64.75, 143.25)	112.45 ± 58.22 ^{abc}	27.360	<0.001
PIP(cmH ₂ O)	25.00(21.75, 28.00)	25.00(22.00, 28.00)	24.78 ± 5.05	24.50(22.00, 28.00)	3.248	0.355
FiO ₂ (%)	62.50(53.75, 80)	60.00(50.00, 76.25)	55.00(45.00, 70.00) ^a	55.00(45.00, 65.00) ^a	43.513	<0.001
pH	7.48(7.41, 7.55)	7.47(7.40, 7.52)	7.46 ± 0.10	7.49(7.43, 7.55)	5.246	0.155
PaCO ₂ (mmHg)	45.38(37.69, 52.31)	44.63(39.75, 51.00)	46.44 ± 11.18	42(37.31, 46.13)	6.479	0.091
PaO ₂ (mmHg)	65.12 ± 25.70	72.38(58.31, 94.50) ^a	67.50(49.19, 90.81)	76.67 ± 30.78 ^a	15.340	0.002
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	32.51 ± 6.44	31.15(27.38, 36.40)	32.21 ± 6.42	32.14 ± 5.96	2.006	0.571
乳酸(mmol/L)	0.95(0.60, 1.53)	0.90(0.70, 1.53)	1.00(0.60, 1.50)	0.95(0.70, 1.50)	4.147	0.246

^a: $P < 0.05$, 与 PPV 前比较; ^b: $P < 0.05$, 与 PPV 6 h 比较; ^c: $P < 0.05$, 与 PPV 12 h 比较。

表 2 中重度 ARDS 患儿较长时间 PPV 前后临床指标比较 [$\bar{x} \pm s$ 或 $M(Q_1, Q_3)$, $n = 20$]

项目	PPV 前	第 1 天 PPV	第 2 天 PPV	第 3 天 PPV	F/χ ²	P
心率(次/min)	130.40 ± 4.35	131.60 ± 5.29	116.75 ± 4.55 ^b	118.65 ± 4.45	5.301	0.003
SpO ₂ (%)	94.20 ± 3.49	96.00(95.00, 99.00)	96.70 ± 2.54	97.45 ± 1.67 ^a	9.117	0.028
MAP(mmHg)	73.25 ± 12.00	70.50(60.25, 78)	66.50(61.00, 76.75)	69.00 ± 12.63	1.546	0.672
P/F	90.77 ± 33.76	134.93 ± 51.42	139.10 ± 61.70	167.50(110.31, 213.38) ^a	10.061	0.018
Cdyn(mL/cmH ₂ O)	0.40 ± 0.17	0.47 ± 0.18	0.45 ± 0.17	0.51 ± 0.18	3.022	0.076
VT(L/min)	108.95 ± 55.16	114.45 ± 55.00	102.50(63.50, 131.00)	99.50(70.75, 139.25)	2.415	0.491
PIP(cmH ₂ O)	28.25 ± 6.21	25.50(24.00, 29.50)	23.00(20.50, 26.00) ^{ab}	24.05 ± 4.89 ^{ab}	24.256	<0.001
FiO ₂ (%)	60.00(60.00, 80.00)	60.75 ± 15.50	52.75 ± 12.30 ^a	50.00(40.00, 57.50) ^a	24.809	<0.001
PH	7.47 ± 0.09	7.49 ± 0.09	7.48 ± 0.08	7.49 ± 0.07	0.514	0.674
PaCO ₂ (mmHg)	46.06 ± 8.72	43.13(38.25, 45.56)	42.41 ± 7.15	40.82 ± 9.36	6.139	0.105
PaO ₂ (mmHg)	59.89 ± 19.07	70.50(63.56, 86.63)	70.35 ± 26.85	82.46 ± 36.60	6.821	0.078
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	33.28 ± 6.42	34.65(27.60, 37.53)	31.59 ± 5.90	30.90 ± 5.87	2.848	0.416
乳酸(mmol/L)	0.95(0.50, 1.28)	0.80(0.63, 1.48)	0.70(0.53, 1.28)	0.85(0.53, 0.98)	2.713	0.438

^a: $P < 0.05$, 与 PPV 前比较; ^b: $P < 0.05$, 与第 1 天 PPV 比较。

3 讨论

本研究结果显示, ARDS 患儿在 PPV 过程中压力性损伤的发生率为 8.62%、非计划性拔管率为 1.72%, 相较于成人既往 PPV 中的安全事件报道^[11-12], 儿童中安全事件发生率更低, 一定程度说明 ARDS 患儿实施 PPV 是安全可行的。这与唐龙等^[4]的一项 meta 分析结果相似, 7 项研究共纳入 339 例患儿, PPV 对压力性损伤发生率及气管插管脱管发生率的影响均无差异 ($P > 0.05$), 且发生率较低。考虑原

因, 可能与儿童年龄小、体重轻等有关。PPV 对并发症的影响可以通过合适的镇静镇痛、合理的体位放置和医务人员熟练的操作得到降低^[13-15]。提示护理人员在为 ARDS 患儿实施 PPV 前, 应首先保证拥有一支成熟的 PPV 操作团队, 日常可通过增加标准化病人的模拟演练、标准化视频等培训, 提高团队熟练程度及默契配合; 重视镇静镇痛在 PPV 中的作用, PPV 前可让患儿处于深镇静状态, PPV 后每 4 小时进行 Ramsay 镇静评分, 协同医生动态调整镇静镇痛药物,

使 Ramsay 镇静评分维持在 3~5 分;此外,在 PPV 过程中,对皮肤管理可采取主动预防、主动减压或 45° PPV 的方法。

本研究结果显示,第 1 天 PPV 后,SpO₂、P/F、PaO₂、FiO₂、VT、Cdyn 均有不同程度的改善,说明 PPV 可以改善患儿的氧合状态,且在 PPV>12 h 后患儿的各项生理参数改善最为明显,与周俊杰等^[16]的研究结果相似。PPV 时由于重力作用,减少了纵隔对肺组织的压迫,改善了通气/血流比例,使背侧萎陷的肺组织重新复张,促进肺部痰液的引流,易于清除痰液,改善 ARDS 患者的氧合状况^[17-18]。米洁等^[19]的研究显示,PPV 治疗后痰液引流量(13.25±3.55)mL 明显多于 PPV 治疗前痰液引流量(7.84±1.68)mL,痰液的排出对降低气道阻力、改善肺泡通气、改善氧合状态有一定促进作用。因此,提示护理人员在实施 PPV 后,一方面需要关注 PPV 持续时间,可以通过优化儿童俯卧通气体位垫、实施流程等,让患儿尽可能处于较为舒适的功能位;另一方面关注 PPV 后患儿痰液量的改变,除了有效清除痰液之外,更要警惕患儿插管胶布是否被痰液浸湿,以防止发生非计划性拔管事件。

为了进一步探讨 PPV 时间的增加对 ARDS 患儿血氧效果的影响,本研究将 PPV 时间达到 3 d 的研究对象进行了比较。结果显示,心率、SpO₂、P/F、PIP、FiO₂ 均有明显改善($P<0.05$),且随着 PPV 时间的增加,P/F 越来越高、FiO₂ 的需求越来越低,与 JAHANI 等^[20]研究结果相似。GUÉRIN 等^[3]的一项多中心随机对照研究显示,延长俯卧位时间对 ARDS 患者是有益的,但儿童在疾病严重程度与预后方面与成人不同,故不能参考成人标准来延长 ARDS 患儿的俯卧位时间。因此,医务人员在保障单次 PPV 时间的同时,可适当增加 PPV 频次以达到改善 ARDS 患儿血氧的效果。提示 ARDS 患儿可通过增加俯卧位次数来延长俯卧位时间,本研究 PPV≥3 d 的患儿仅纳入 20 例,未来需收集更多临床数据以证实增加俯卧位次数的安全性和有效性。

PPV 对中重度 ARDS 患儿是一种安全、有效的治疗方式,可以明显改善 ARDS 患儿的氧合状态,且压力性损伤及气管插管滑脱发生率远低于成人。随着 PPV 时间的延长,患儿血氧改善更明显,但由于儿童与成人的差异性,可考虑增加儿童俯卧位频次来延长时间。本研究存在样本量小,未设立对照组,研究中心单一的局限性,未来需要进一步纳入更多的样本量或设计缜密的前瞻性研究探讨 PPV 在中重度 ARDS 患儿中的应用。

参考文献

- [1] DALMEDICO M M, SALAS D, OLIVEIRA A M, et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome: overview of systematic reviews [J]. Rev Esc Enferm USP, 2017, 51: e03251.
- [2] SCHOUTEN L R A, VELTKAMP F, BOS A P, et al. Incidence and mortality of acute respiratory distress syndrome in children: a systematic review and meta-analysis [J]. Crit Care Med, 2016, 44(4): 819-829.
- [3] GUÉRIN C, REIGNIER J, RICHARD J C, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome [J]. N Engl J Med, 2013, 368(23): 2159-2168.
- [4] 唐龙, 聂泽坤, 张小云, 等. 俯卧位通气在儿童急性呼吸窘迫综合征中应用效果的 Meta 分析 [J]. 现代临床护理, 2020, 19(9): 48-55.
- [5] JIANG Z, ZHANG Z, SUN Q, et al. Dynamic evaluation of the pulmonary protective effects of prone position ventilation via respiratory mechanics for patients with moderate to severe acute respiratory distress syndrome [J]. J Thorac Dis, 2022, 14(8): 2757-2770.
- [6] BELLANI G, LAFFEY J G, PHAM T, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries [J]. JAMA, 2016, 315(8): 788-800.
- [7] LIU L, YANG Y, GAO Z, et al. Practice of diagnosis and management of acute respiratory distress syndrome in Chinese mainland: a cross-sectional study [J]. J Thorac Dis, 2018, 10(9): 5394-5404.
- [8] LUCCHINI A, BAMBI S, MATTIUSSI E, et al. Prone position in acute respiratory distress syndrome patients: a retrospective analysis of complications [J]. Dimens Crit Care Nurs, 2020, 39(1): 39-46.
- [9] GONZÁLEZ-SEGUEL F, PINTO-CONCHA J J, ARANIS N, et al. Adverse events of prone positioning in mechanically ventilated adults with ARDS [J]. Respir Care, 2021, 66(12): 1898-1911.
- [10] Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference [J]. Pediatr Crit Care Med, 2015, 16(5): 428-439.
- [11] LEE J M, BAE W, LEE Y J, (下转第 1040 页)

- [16] HUANG Y Q, PENG Z R, HUANG F L, et al. Mechanism of delayed encephalopathy after acute carbon monoxide poisoning[J]. *Neural Regen Res*, 2020, 15(12): 2286-2295.
- [17] 李晨, 梁梦琳, 张兴国. 急性一氧化碳中毒迟发性脑病发病机制研究进展[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2022, 40(7): 543-546.
- [18] XIANG W, YANG Z, XUE H, et al. P2Y12 receptor-mediated microglia activation involved in delayed encephalopathy after acute carbon monoxide poisoning[J]. *Aging*, 2021, 13(4): 6134-6143.
- [19] GUO D, HU H, PAN S. Oligodendrocyte dysfunction and regeneration failure: a novel hypothesis of delayed encephalopathy after carbon monoxide poisoning[J]. *Med Hypotheses*, 2020, 136: 109522.
- [20] SEKIYA K, NISHIHARA T, ABE N, et al. Carbon monoxide poisoning-induced delayed encephalopathy accompanies decreased microglial cell numbers: distinctive pathophysiological features from hypoxemia-induced brain damage[J]. *Brain Res*, 2019, 1710: 22-32.
- [21] ZHANG Y, BAI Y, FENG T, et al. Establishment and application of severity assessment system for patients with delayed encephalopathy caused by carbon monoxide poisoning[J]. *Am J Transl Res*, 2023, 15(11): 6558-6564.
- [22] ZHANG L, WU D, XU M, et al. Acute carbon monoxide poisoning in Shandong, China: an observational study[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(13): 1539-1544.
- [23] CHOI S, KIM H H, OH S B, et al. Repetitive hyperbaric oxygen therapy for paroxysmal sympathetic hyperactivity after acute carbon monoxide poisoning [J]. *Undersea Hyperb Med*, 2021, 48(4): 431-441.
- [24] ADAIR D, TRUONG D, ESMAEILPOUR Z, et al. Electrical stimulation of cranial nerves in cognition and disease[J]. *Brain Stimul*, 2020, 13(3): 717-750.
- [25] MOSILHY E A, ALSHIAL E E, ELTARAS M M, et al. Non-invasive transcranial brain modulation for neurological disorders treatment: a narrative review[J]. *Life Sci*, 2022, 307: 120869.

(收稿日期: 2023-09-11 修回日期: 2023-12-25)

(编辑: 袁皓伟)

(上接第 1035 页)

- et al. The efficacy and safety of prone positional ventilation in acute respiratory distress syndrome: updated study-level meta-analysis of 11 randomized controlled trials[J]. *Crit Care Med*, 2014, 42(5): 1252-1262.
- [12] 陈婷, 李秋萍, 姜利. 俯卧位通气的应用与并发症管理研究进展[J]. *护理学杂志*, 2020, 35(22): 15-18.
- [13] 张育才, 缪惠洁. 急性呼吸窘迫综合征俯卧位通气治疗现状和再认识[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2016, 31(18): 1387-1389.
- [14] 陈扬, 陆国平. 儿童急性呼吸窘迫综合征的诊治进展[J]. *中国当代儿科杂志*, 2018, 20(9): 717-723.
- [15] 刘飞跃, 邓德贵, 张馨尹, 等. 俯卧位通气患者安全和舒适护理方案的构建[J]. *中华护理杂志*, 2023, 58(10): 1199-1205.
- [16] 周俊杰, 吴实正, 肖伟, 等. 俯卧位通气持续时间对重症急性呼吸窘迫综合征治疗效果的影响[J]. *岭南急诊医学杂志*, 2018, 23(2): 111-114.
- [17] 宋淳, 仲秀玲, 李燕, 等. 俯卧位通气体位管理垫在重度急性呼吸窘迫综合征患者中的应用效果[J]. *护理研究*, 2023, 37(10): 1857-1860.
- [18] ZHAN Z, CAI H, CAI H, et al. Effects of 45° prone position ventilation in the treatment of acute respiratory distress syndrome: a protocol for a randomized controlled trial study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(19): e25897.
- [19] 米洁, 黄桃, 高西. 俯卧位通气在急性呼吸窘迫综合征中的应用及护理干预研究[J]. *重庆医学*, 2017, 46(14): 1904-1906.
- [20] JAHANI S, SOLEYMANI Z H, ASADIZAKER M, et al. Determination of the effects of prone position on oxygenation in patients with acute respiratory failure under mechanical ventilation in ICU[J]. *J Med Life*, 2018, 11(4): 274-280.

(收稿日期: 2023-09-11 修回日期: 2023-12-30)

(编辑: 唐 璞)