

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.24.013

机械通气联合俯卧位通气在重度 ARDS 患者中的效果及安全性分析:一项单中心回顾性研究*

杜文辉,王明明[△],赵红艳,李豆敏

铜川矿务局中心医院重症医学科,陕西铜川 727000

摘要:目的 探讨机械通气联合俯卧位通气治疗重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的临床效果及安全性。方法 选择 2023 年 1 月至 2024 年 3 月该院收治的 89 例重度 ARDS 患者作为研究对象,根据治疗方法不同分为 2 组。对照组(45 例)采用机械通气治疗,观察组(44 例)采用机械通气联合俯卧位通气治疗,治疗 7 d 后评估 2 组疗效,比较 2 组呼吸功能气道平均压(Pmean)、气道峰压(Ppeak)、肺动态顺应性(Cdyn)、肺泡-动脉氧分压[P(A-a)DO₂]、血流动力学指标[心率(HR)、中心静脉压(CVP)、平均动脉压(MAP)]、炎症因子[白细胞介素-6(IL-6)、白细胞介素-10(IL-10)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)]、并发症发生情况及近期病死率。结果 干预后,2 组 Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂ 较干预前降低,Cdyn 较干预前升高,观察组 Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂ 低于对照组,Cdyn 高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。干预后,2 组 HR、MAP 较干预前升高,CVP 较干预前降低,观察组 HR、MAP 低于对照组,CVP 高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。干预后,2 组 IL-6、IL-10、TNF- α 较干预前水平降低($P < 0.05$),观察组 IL-6、IL-10、TNF- α 水平低于对照组($P < 0.05$)。2 组并发症总发生率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组近期病死率低于对照组($P < 0.05$)。结论 机械通气联合俯卧位通气用于重度 ARDS 患者,能改善患者呼吸功能,对血流动力学影响较小,并降低炎症因子水平及近期病死率,且未增加并发症发生率,值得临床应用。

关键词:急性呼吸窘迫综合征; 机械通气; 俯卧位通气; 安全性; 白细胞介素-6**中图分类号:**R563.8;R459.7**文献标志码:**A**文章编号:**1672-9455(2025)24-3383-05

Efficacy and safety of mechanical ventilation combined with prone ventilation in patients with severe ARDS: a single-center retrospective study*

DU Wenhui, WANG Mingming[△], ZHAO Hongyan, LI Doumin

Department of Critical Care Medicine, Central Hospital of Tongchuan Mining Bureau, Tongchuan, Shaanxi 727000, China

Abstract: **Objective** To investigate the clinical efficacy and safety of mechanical ventilation combined with prone positioning ventilation in the treatment of severe acute respiratory distress syndrome (ARDS). **Methods** A total of 89 patients with severe ARDS admitted to the hospital from January 2023 to March 2024 were selected as study subjects. Based on different treatment approaches, they were divided into two groups. The control group (45 cases) received mechanical ventilation, while the observation group (44 cases) received mechanical ventilation combined with prone positioning ventilation. After 7 d of treatment, efficacy of the two groups was assessed. Respiratory function indices including mean airway pressure (Pmean), peak airway pressure (Ppeak), dynamic lung compliance (Cdyn) and the alveolar-arterial oxygen partial pressure gradient [P(A-a)DO₂]; hemodynamic parameters including heart rate (HR), central venous pressure (CVP) and mean arterial pressure (MAP); inflammatory cytokines including interleukin-6 (IL-6), interleukin-10 (IL-10) and tumor necrosis factor- α (TNF- α); as well as the incidence of complications and short-term mortality were compared between the two groups. **Results** After the intervention, Pmean, Ppeak and P(A-a)DO₂ were reduced compared with before intervention, whereas Cdyn was increased compared with before intervention in both groups ($P < 0.05$). Pmean, Ppeak and P(A-a)DO₂ were significantly lower, and Cdyn was significantly higher in the observation group compared with those in the control group, and the differences were statistically

* 基金项目:陕西省卫生健康委员会科研基金项目(2022D037)。

作者简介:杜文辉,女,主治医师,主要从事呼吸衰竭、急性呼吸窘迫综合征、急性肾损伤方向的研究。[△] 通信作者,E-mail:296376015@qq.com。

引用格式:杜文辉,王明明,赵红艳,等.机械通气联合俯卧位通气在重度 ARDS 患者中的效果及安全性分析:一项单中心回顾性研究[J].检验医学与临床,2025,22(24):3383-3387.

significant ($P<0.05$). Following the intervention, HR and MAP were elevated compared with before intervention, and CVP was decreased compared with before intervention in both groups ($P<0.05$). HR and MAP were significantly lower, and CVP was significantly higher in the observation group than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). After treatment, the serum levels of IL-6, IL-10 and TNF- α were significantly decreased compared with before intervention in both groups ($P<0.05$), and these cytokines were significantly lower in the observation group than those in the control group ($P<0.05$). No significant difference was observed in the total incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). The short-term mortality rate was significantly lower in the observation group than that in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Mechanical ventilation combined with prone positioning ventilation in patients with severe ARDS can improve respiratory function, exert minimal effects on hemodynamics, reduce inflammatory cytokine levels and short-term mortality, and does not increase the incidence of complications. This combined approach is worthy of clinical application and promotion.

Key words: acute respiratory distress syndrome; mechanical ventilation; prone positioning ventilation; safety; interleukin-6

重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)可发生在不同年龄段人群中,病因可为肺内或肺外因素,患者以持续性低氧血症为主^[1]。患者发病后常伴有全身炎症反应,导致机体处于代偿性抗炎反应失衡状态^[2]。目前,临床上对于重度 ARDS 患者以抗炎及机械通气治疗为主,能改善患者体内气体交换,减少呼吸肌疲劳,有助于改善其氧合水平^[3]。但是,机械通气治疗时,由于长时间需固定体位,容易增加 ARDS 患者肺损伤、气道损伤及气胸的发生率,且该方法与正常生理呼吸存在差异^[4]。俯卧位通气治疗有助于改善氧合,从而可缩短机械通气时间,提高重力依赖区的跨肺压,从而改善患者背侧通气情况^[5]。同时,该治疗方法能使得肺内气流重新排列,利于患者气道分泌物排出,可降低肺部感染率^[6]。本研究旨在探讨机械通气联合俯卧位通气在重度 ARDS 患者中的效果及安全性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性选择 2023 年 1 月至 2024 年 3 月本院收治的重度 ARDS 患者 89 例为研究对象,根据治疗方法不同分为观察组 44 例、对照组 45 例。纳入标准:(1)均为本院收治的重度 ARDS 病例,患者年龄为 20~80 岁;(2)动脉血氧分压(PaO₂)/吸入氧浓度(FiO₂) $\leq$ 100 mmHg;(3)无机械通气和俯卧位通气治疗禁忌证。排除标准:(1)合并精神异常、凝血障碍或确诊的器质性疾病;(2)处于妊娠期或哺乳期;(3)合并肺结核、心源性肺水肿;(4)机械通气时间不足 72 h。2 组性别、年龄、体质量指数、病因等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究获得本院医学伦理委员会批准(批件号:p2022-12),所有患者均同意参与研究并签署知情同意书。

1.2 方法 2 组患者入院后,均行加强营养支持治疗,动态监测其生命体征,强化患者液体管理,帮助患者纠正低氧血症,对患者基础疾病进行治疗^[7]。对照

组:采用机械通气治疗。治疗中可给予患者口、鼻插管通气,亦可采用气管切开通气。呼吸机型号规格:HAMILTON-C1(瑞士哈美顿医疗公司,国械注进:20163542530),根据 ARDS 相关指南选择 CMV 模式,控制吸氧浓度为 30.0%~100.0%,呼吸频率(RR)为 15~20 次/min、吸气峰压为 10~18 cmH₂O,呼气末正压(PEEP)为 4~8 cmH₂O,保证脉搏氧饱和度(SpO₂) $\geq$ 93%。

表 1 2 组一般资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$]

项目	观察组 (n=44)	对照组 (n=45)	χ^2/t	P
性别			0.333	0.564
男	29(65.91)	27(60.00)		
女	15(34.09)	18(40.00)		
年龄(岁)	58.49 $\pm$ 4.41	58.74 $\pm$ 4.45	0.266	0.791
体质量指数(kg/m ²)	22.31 $\pm$ 2.15	22.34 $\pm$ 2.17	0.066	0.948
病因			0.285	0.867
脓毒症	21(47.73)	19(42.22)		
肺炎	18(40.91)	20(44.44)		
其他	5(11.36)	6(13.34)		
简化急性生理评分II(分)	52.59 $\pm$ 3.73	52.61 $\pm$ 3.75	0.025	0.980
收缩压(mmHg)	117.38 $\pm$ 10.85	118.11 $\pm$ 10.88	0.317	0.752
舒张压(mmHg)	78.57 $\pm$ 7.51	78.59 $\pm$ 7.53	0.013	0.990
吸烟史			0.487	0.486
有	18(40.91)	16(35.56)		
无	26(59.09)	29(64.44)		
饮酒史			0.279	0.597
有	15(34.09)	13(28.89)		
无	29(65.91)	32(71.11)		

观察组:联合俯卧位通气治疗。治疗前给予镇静镇痛:静脉注射咪达唑仑 2~5 mg(推注时间 $>$ 2 min),随后以 0.05~0.10 mg/(kg·h)的速度泵入维持;静脉注射瑞芬太尼 1 μ g/kg(推注时间 $>$ 1 min),

随后以 0.15 μg/(kg·min)的速度泵入维持。患者治疗时由仰卧位缓慢转变为俯卧位,每日单次俯卧位通气,持续 12 h。治疗期间将患者头部偏向一侧(避免压迫气管导管),并可每 2 小时调整头部方向。俯卧位通气间歇期予以仰卧位机械通气,治疗方法同对照组。2 组治疗 7 d 后评估疗效。

1.3 观察指标 (1)呼吸功能。2 组干预前及干预后以气道平均压(Pmean)、气道峰压(Ppeak)、肺动态顺应性(Cdyn)、肺泡-动脉氧分压[P(A-a)DO₂]评估患者呼吸功能^[8]。(2)血流动力学指标。2 组干预前及干预后采用多功能监护仪监测患者心率(HR)、中心静脉压(CVP)及平均动脉压(MAP)^[9]。(3)炎症因子。2 组干预前及干预后采用酶联免疫吸附试验测定白细胞介素-6(IL-6)、白细胞介素-10(IL-10)及肿瘤坏死因子-α(TNF-α)水平^[10]。(4)安全性及近期病死率。记录 2 组治疗期间并发症的发生情况,包括呼吸道感染、呼吸机相关肺损伤及皮肤损伤,同时对患者进行 3 个月随访,比较 2 组近期(3 个月)病死率。

1.4 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理和分析。计数资料以例数或百分比表示,2 组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以

$\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组干预前后呼吸功能比较 2 组干预前 Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂、Cdyn 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。干预后 2 组 Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂ 较干预前降低,Cdyn 较干预前升高,观察组 Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂ 低于对照组,Cdyn 高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.2 2 组干预前后血流动力学指标比较 2 组干预前 HR、CVP 及 MAP 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。干预后 2 组 HR、MAP 较干预前升高,CVP 较干预前降低,观察组 HR、MAP 低于对照组,CVP 高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.3 2 组干预前后炎症因子比较 2 组干预前 IL-6、IL-10、TNF-α 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。干预后,2 组 IL-6、IL-10、TNF-α 水平较干预前均降低($P<0.05$),观察组 IL-6、IL-10、TNF-α 水平低于对照组($P<0.05$)。见表 4。

表 2 2 组干预前后呼吸功能比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	Pmean(cmH ₂ O)		Ppeak(cmH ₂ O)		Cdyn(mL/cmH ₂ O)		P(A-a)DO ₂ (mmHg)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	44	23.35±3.41	18.13±2.59 [#]	30.24±3.36	23.32±2.15 [#]	34.52±3.96	51.85±5.86 [#]	243.35±21.59	153.69±13.25 [#]
对照组	45	23.37±3.44	20.41±3.02 [#]	30.26±3.38	26.72±3.11 [#]	34.54±3.98	44.45±4.63 [#]	244.51±21.61	185.47±18.54 [#]
<i>t</i>		−0.028	−3.826	−0.028	−6.011	−0.024	6.601	−0.253	−9.320
<i>P</i>		0.978	<0.001	0.978	<0.001	0.981	<0.001	0.801	<0.001

注:与同组干预前比较,[#] $P<0.05$ 。

表 3 2 组干预前后血流动力学指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	HR(次/min)		CVP(cmH ₂ O)		MAP(mmHg)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	44	90.58±4.36	93.35±5.52 [#]	10.12±2.24	9.04±1.41 [#]	85.35±4.43	89.45±5.51 [#]
对照组	45	90.60±4.38	96.21±6.39 [#]	10.15±2.26	7.31±1.02 [#]	85.38±4.45	94.41±6.89 [#]
<i>t</i>		−0.022	−2.261	−0.063	0.950	−0.032	−3.755
<i>P</i>		0.983	0.026	0.870	<0.001	0.975	<0.001

注:与同组干预前比较,[#] $P<0.05$ 。

表 4 2 组干预前后炎症因子比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	IL-6(mg/L)		IL-10(mg/L)		TNF-α(ng/L)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	44	93.59±4.62	50.23±3.12 [#]	35.43±3.59	21.16±2.32 [#]	59.67±4.53	33.26±3.26 [#]
对照组	45	93.62±4.64	73.14±4.41 [#]	35.45±3.61	27.49±3.11 [#]	59.69±4.55	41.32±4.12 [#]
<i>t</i>		−0.031	−28.342	−0.026	−10.900	−0.021	−10.247
<i>P</i>		0.976	<0.001	0.979	<0.001	0.984	<0.001

注:与同组干预前比较,[#] $P<0.05$ 。

2.4 2 组近期病死率及并发症发生情况比较 2 组并发症总发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组近期病死率低于对照组($P<0.05$)。见表 5。

表 5 2 组近期病死率及并发症比较[n(%)]

组别	n	并发症				近期病死率
		呼吸道 感染	呼吸机 相关肺炎	皮肤损伤	总发生	
观察组	44	2(4.55)	1(2.27)	1(2.27)	4(9.09)	3(6.82)
对照组	45	1(2.22)	1(2.22)	1(2.22)	3(6.67)	10(22.22)
χ^2					0.180	4.232
P					0.671	0.040

3 讨 论

重度 ARDS 病情变化较快,能引起肺泡弥漫性损伤甚至塌陷,导致具有正常功能的肺泡数量和有效肺容积减少,引起肺部组织病变不均匀,降低肺顺应性与通气/血比^[11-12]。同时,在重力作用下,部分患者背侧区域水肿加重,肺不张及低氧血症发生率升高^[13]。目前,临床上对于重度 ARDS 的治疗主要以纠正低氧血症及改善组织低氧状态为主^[14-15]。本研究中:2 组干预后呼吸功能得到改善;观察组 Cdyn 高于对照组($P<0.05$),Pmean、Ppeak、P(A-a)DO₂ 低于对照组($P<0.05$);2 组干预后 HR、MAP 均较干预前升高,CVP 较干预前降低,差异均有统计学意义($P<0.05$),且观察组 HR、MAP 低于对照组,CVP 高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。从该结果看出,机械通气联合俯卧位通气能改善重症 ARDS 患者呼吸功能,并能更好地稳定血流动力学指标。分析原因:机械通气作为重症 ARDS 患者常用的治疗方法,通过增加肺泡通气量及呼气末肺容积,有助于提升氧浓度,帮助患者纠正呼吸性酸中毒;通过调整通气量,能降低呼吸氧耗,改善氧的输送,从而缓解组织低氧^[16]。而俯卧位通气能改变患者的体位,扩张肺组织,有助于降低肺腔内压力,从而能改善肺部通气功能,促使患者呼吸顺畅,并将气道内堆积的分泌物充分引流至口咽部,进一步改善患者通气功能^[17-18]。同时,俯卧位通气能减轻对肺部造成的损伤,有助于改善患者氧合水平^[19]。薛海燕等^[20]研究表明,俯卧位通气时该体位可通过促进通气血流匹配、减少心脏对肺组织的压迫等机制,有助于降低肺血管阻力,减轻右心后负荷,从而改善预后。

重度 ARDS 的发病原因包括炎症反应的持续加重,导致生理状态下炎症反应和抗炎反应的动态平衡被打破^[21-22]。其中,TNF- α 能引起血管内皮细胞损伤,增加血管通透性,并刺激中性粒细胞脱颗粒及内皮细胞黏附。IL-6 在重症 ARDS 患者中的水平与机体炎症状态有关,其水平升高,反映患者病情加

重^[23-24]。IL-10 为多细胞来源的细胞因子,能调节细胞的生长与分化,参与炎症及免疫反应,在 ARDS 的发生、发展中发挥了重要作用^[25]。本研究中,2 组干预后炎症因子水平较干预前降低($P<0.05$),观察组 IL-6、IL-10 及 TNF- α 水平低于对照组($P<0.05$)。2 组并发症总发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组近期病死率低于对照组($P<0.05$),从该结果看出,机械通气联合俯卧位通气能降低重症 ARDS 患者炎症因子水平,且未增加并发症风险,安全性良好,还有助于降低近期病死率,多数患者能从中获益。分析原因:机械通气与俯卧位通气的联合使用,能发挥不同干预方法的优势,保持呼吸道通畅,延缓病情发展,从而能减轻机体炎症反应^[26]。同时,该治疗方案能缩短患者呼吸机依赖时间,能改善氧合指数与肺顺应性,提高治疗安全性^[27]。

综上所述,机械通气联合俯卧位通气用于重度 ARDS 患者可改善患者呼吸功能,对血流动力学影响较小,可降低炎症因子水平及近期病死率,且未增加并发症发生率,值得临床推广应用。但本研究为单中心研究,样本量有限,检验罕见不良事件或细微疗效差异的统计效能不足。同时,研究周期较短,未能评估该方案对患者长期预后的影响,未来需开展大样本、多中心的长期随访研究加以验证。

参考文献

[1] 胡军军,黄建东,卢周晓,等. 苯磺顺阿曲库铵辅助中重度 ARDS 患者俯卧位机械通气的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志,2024,40(6):792-796.

[2] 陈震,田家豪,王义. 体外膜肺氧合辅助下急性呼吸窘迫综合征俯卧位通气策略[J]. 中国实用儿科杂志,2022,37(3):185-189.

[3] 王熙宇,廖芮,黄煜,等. ARDS 患者俯卧位行超声引导下颈内静脉置管术的临床应用分析[J]. 临床急诊杂志,2024,25(12):668-672.

[4] LI Y P,LIU S Y,LI J,et al. The effect of prone-position ventilatory strategy among neurology patients with SARS-CoV-2;a cross-sectional survey[J]. Medicine (Madr), 2024,103(36):e39522-e39562.

[5] 徐婷婷,付聪慧,李燕,等. 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[J]. 重庆医学,2024,53(7):1032-1035.

[6] 刘晓丽,张勤,贾平,等. 自制水枕在中重度急性呼吸窘迫综合征患者俯卧位通气治疗中的应用效果观察[J]. 山东医药,2024,64(11):84-86.

[7] 杨志伟,祖一文,罗钰泉,等. 人工智能技术辅助下急性呼吸窘迫综合征的临床救治分析[J]. 中华危重病急救医学,2024,36(4):369-376.

[8] HAMMARSKJÖLD F,BERG S,BAVELAAR H,et al. Pulmonary superinfection diagnosed with bronchoalveolar lavage at intubation in COVID patients;a Swedish single-

- centre study[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2024, 68(4): 512-519.
- [9] 余敏敏, 钟剑峰, 龚晓莉, 等. 小儿脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征的早期俯卧位通气应用效果及护理体会[J]. 中华全科医学, 2020, 18(11): 1957-1960.
- [10] 董道然, 宗媛, 王艳, 等. 右心保护性通气策略在急性呼吸窘迫综合征患者中的应用: 一项前瞻性随机对照研究[J/CD]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2023, 16(6): 461-468.
- [11] WANG Y X, ZHONG M, DONG M H, et al. Prone positioning improves ventilation-perfusion matching assessed by electrical impedance tomography in patients with ARDS: a prospective physiological study[J]. Crit Care, 2022, 26(1): 154.
- [12] 魏然, 贾金广, 朱婉凌, 等. 俯卧位经鼻高流量氧疗对轻度中度急性呼吸窘迫综合征患者跨肺压的改善作用[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2024, 38(5): 498-502.
- [13] 袁雪燕, 邱海波, 刘玲. 急性呼吸窘迫综合征患者气体交换功能的评估及临床意义[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(36): 2834-2838.
- [14] SUD S, FAN E, ADHIKARI N K J, et al. Comparison of venovenous extracorporeal membrane oxygenation, prone position and supine mechanical ventilation for severely hypoxemic acute respiratory distress syndrome: a network Meta-analysis[J]. Intensive Care Med, 2024, 50(7): 1021-1034.
- [15] 何娟, 刘颖, 李璐, 等. 不同持续时间俯卧位通气对急性呼吸窘迫综合征患者疗效的影响[J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36(5): 508-513.
- [16] 王本金, 江智霞, 陈俊希, 等. 腹部悬空俯卧位机械通气对 ARDS 患者肺顺应性及氧合功能的影响[J]. 护理学杂志, 2024, 39(13): 52-55.
- [17] 刘静, 孟晓莉, 孟洁琼. 俯卧位机械通气在儿童重症肺炎治疗中的应用[J]. 保健医学研究与实践, 2023, 20(1): 33-36.
- [18] 王睿, 任禹澄, 李颖, 等. 体外膜氧合联合 oXiris-CRRT、俯卧位通气支持救治氯硅烷吸入性中毒导致急性呼吸窘迫综合征危重症患者 1 例报告[J]. 临床肺科杂志, 2024, 29(3): 479-482.
- [19] BOESING C, GRAF P T, SCHMITT F, et al. Effects of different positive end-expiratory pressure titration strategies during prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome: a prospective interventional study[J]. Crit Care, 2022, 26(1): 82.
- [20] 薛海燕, 黄慧, 赵丽爽, 等. 急性呼吸窘迫综合征病人体外膜肺氧合治疗体位管理的研究进展[J]. 护理研究, 2024, 38(7): 1207-1212.
- [21] 贺兴华, 易晶, 余国宝, 等. 气道压力释放通气联合俯卧位通气对中重度急性呼吸窘迫综合征患者呼吸功能及预后改善作用[J]. 内科急危重症杂志, 2022, 28(3): 208-210, 244.
- [22] 高鸿燕. 俯卧位通气对 ARDS 患者抢救成功率及肺功能的影响研究[J]. 河北医药, 2022, 44(15): 2361-2363.
- [23] 齐艳丽, 张黎. 不同俯卧位联合反特伦德伦伯格卧位方案对 ARDS 患者肺通气功能及呼吸力学的影响[J]. 医学临床研究, 2023, 40(2): 180-182.
- [24] 史克洁, 钱雪锋, 张衍, 等. 血清 MAPK、SDC1 水平与脓毒症并发急性呼吸窘迫综合征患者炎症因子及入院 30 d 内死亡的关系[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(4): 433-438.
- [25] 赵洁玉, 郑祥德, 刘成, 等. 瑞马唑仑用于重症监护病房俯卧位通气深镇静诱导的半数有效剂量[J]. 中国急救医学, 2024, 44(2): 122-127.
- [26] 郭茜, 汪小康, 陈雪薇, 等. 严重急性呼吸窘迫综合征孕妇俯卧位通气的护理进展[J]. 护理学杂志, 2023, 38(21): 21-25.
- [27] 李伟, 赵旭, 商健茹, 等. ECMO 救治金黄色葡萄球菌感染继发重度 ARDS 一例并文献复习[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2024, 19(8): 1117-1120.

(收稿日期: 2025-03-12 修回日期: 2025-08-19)

(上接第 3382 页)

- [17] 郭博远, 吴丹, 王畅, 等. 功能性电刺激联合体感模拟训练对脑卒中后偏瘫患者上肢功能的影响[J]. 中南医学科学杂志, 2023, 51(6): 876-878.
- [18] 梁明, 魏珍, 谢荣, 等. 虚拟现实训练治疗脑卒中后偏瘫患者上肢功能的弥散张量成像研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(2): 131-134.
- [19] 李建华, 王士源, 阮韦淑怡, 等. 基于沉浸式虚拟现实的核心稳定辅助训练对缺血性脑卒中患者平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2025, 47(7): 601-607.
- [20] 蔡丹嫻, 曾庆, 何龙龙, 等. 虚拟现实技术在卒中后偏瘫上肢康复中的应用及机制研究[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(32): 5228-5235.
- [21] 袁景, 林桦, 许磊, 等. 沉浸式虚拟现实训练联合穴位针刺对脑卒中患者单侧空间忽略的影响[J]. 康复学报, 2025, 35(4): 363-369.
- [22] 张明, 张秀芳, 张玉明, 等. 核心稳定性训练结合虚拟现实技术对脑卒中后偏瘫患者上肢运动功能、平衡功能和日常生活活动能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(11): 844-846.
- [23] 刘园园, 朱仕强, 田心保, 等. 重复经颅磁刺激联合虚拟现实训练对脑卒中患者平衡功能的影响[J]. 宁夏医科大学学报, 2025, 47(5): 491-496.
- [24] 李敦玲, 李文, 陈静, 等. 虚拟现实技术结合肢体协调辅助装置训练对缺血性脑卒中患者脑灰质含量及肢体运动功能的影响[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2023, 50(6): 19-23.
- [25] 肖湘, 黄东锋. 虚拟现实训练改善脑卒中患者上肢运动功能的经颅磁刺激评估[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(17): 2756-2761.

(收稿日期: 2025-03-03 修回日期: 2025-07-06)