

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.14.012

重症肺炎患儿俯卧位与仰卧位机械通气的临床效果比较 及其脱机结局的影响因素分析*

杨雪 陈莹 卢淑亚 张峥 王洁

(首都医科大学附属北京朝阳医院综合儿科 北京 100020)

摘要 目的: 比较重症肺炎患儿俯卧位与仰卧位机械通气的临床效果, 并分析其脱机结局的影响因素。**方法:** 选择 2020 年 5 月~2021 年 12 月期间在我院重症监护室(ICU)住院的重症肺炎患儿 120 例作为研究对象。根据机械通气体位方式的不同将患儿分为仰卧组($n=52$)和俯卧组($n=68$), 对比仰卧组、俯卧组的临床症状改善时间和血气分析指标[动脉血氧分压(PaO_2)、动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、平均动脉压(MAP)]。记录仰卧组、俯卧组的死亡例数、脱机成功和脱机失败例数, 计算死亡率、脱机失败发生率。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析脱机失败的影响因素。**结果:** 俯卧组的发热消失时间、肺部啰音消失时间、呼吸改善时间短于仰卧组($P<0.05$)。两组治疗 5 d 后 PaO_2 、MAP 较治疗前升高, PaCO_2 较治疗前下降($P<0.05$); 俯卧组的 PaO_2 、MAP 高于仰卧组, PaCO_2 低于仰卧组($P<0.05$)。两组患儿死亡率组间对比未见统计学差异($P>0.05$)。俯卧组的脱机失败率低于仰卧组($P<0.05$)。在 120 例患儿中, 死亡 7 例, 根据重症肺炎患儿脱机结局将剩余 113 例分为脱机成功组($n=72$)和脱机失败组($n=41$), 脱机失败组、脱机成功组在年龄、急性生理与慢性健康评分系统 II(APACHE II)评分、病程、先天性病史、D-二聚体(D-D)、白蛋白(ALB)、血乳酸、脑尿钠肽(BNP)方面对比有统计学差异($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示: 年龄偏小、APACHE II 评分偏高、D-D 偏高、ALB 偏低、先天性病史均是重症肺炎患儿脱机结局的影响因素($P<0.05$)。**结论:** 与仰卧位相比, 俯卧位机械通气用于重症肺炎患儿可获得更好的临床效果和脱机成功率, 且患儿的脱机结局受到年龄、APACHE II 评分、D-D、ALB、先天性病史的影响。

关键词: 重症肺炎; 俯卧位; 仰卧位; 机械通气; 临床效果; 脱机结局

中图分类号: R725.6; R563.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2022)14-2663-05

Comparison of Clinical Effect of Mechanical Ventilation in Prone Position and Supine Position in Children with Severe Pneumonia and Analysis of Influencing Factors of Offline Outcome*

YANG Xue, CHEN Ying, LU Shu-ya, ZHANG Zheng, WANG Jie

(General Pediatrics, Beijing Chaoyang Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing, 100020, China)

ABSTRACT Objective: To compare the clinical effects of mechanical ventilation in prone position and supine position in children with severe pneumonia, and to analyze the influencing factors of offline outcome. **Methods:** 120 children with severe pneumonia who were hospitalized in the intensive care unit (ICU) of our hospital from May 2020 to December 2021 were selected as the research objects. According to the different postures of mechanical ventilation, the children were divided into supine group ($n=52$) and prone group ($n=68$). The improvement time of clinical symptoms and blood gas analysis indexes [arterial oxygen partial pressure (PaO_2), arterial carbon dioxide partial pressure (PaCO_2), mean arterial pressure (MAP)] were compared between supine group and prone group. The number of deaths, offline success and offline failure in supine group and prone group were recorded, and the mortality and the incidence of offline failure were calculated. Univariate and multivariate Logistic regression were used to analyze the influencing factors of offline failure. **Results:** The disappearance time of fever, the disappearance time of pulmonary rales and the improvement time of respiration in the prone group were shorter than those in the supine group ($P<0.05$). 5 d after treatment, PaO_2 and MAP in two groups increased compared with before treatment, and PaCO_2 decreased compared with before treatment ($P<0.05$). PaO_2 and MAP in prone group were higher than those in supine group, and PaCO_2 was lower than that in supine group ($P<0.05$). There was no significant difference in mortality between the two groups ($P>0.05$). The offline failure rate of prone group was lower than that of supine group ($P<0.05$). Among the 120 children, 7 died, according to the offline outcome of children with severe pneumonia, the remaining 113 cases were divided into offline success group ($n=72$) and offline failure group ($n=41$). There were significant differences in age, acute physiology and chronic health scoring system II (APACHE II) score, course of disease, congenital disease history, D-Dimer (D-D), albumin (ALB), blood lactic acid and brain natriuretic peptide (BNP) between the offline failure group and offline success group ($P<0.05$). Multivariate logistic

* 基金项目: 北京市科技计划项目(Z1711000004170155)

作者简介: 杨雪(1976-), 女, 本科, 主治医师, 从事儿科方向的研究, E-mail: cyyyekyx@163.com

(收稿日期: 2022-01-27 接受日期: 2022-02-22)

regression analysis showed that younger age, higher APACHE II score, higher D-D, lower ALB and congenital disease history were the influencing factors of offline outcome in children with severe pneumonia ($P<0.05$). **Conclusion:** Compared with supine position, prone position mechanical ventilation can obtain better clinical effect and offline success rate in children with severe pneumonia, and the offline outcome of children is affected by age, APACHE II score, D-D, ALB and congenital disease history.

Key words: Severe pneumonia; Prone position; Supine position; Mechanical ventilation; Clinical effect; Offline outcome

Chinese Library Classification(CLC): R725.6; R563.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2022)14-2663-05

前言

肺炎是临床常见的一类呼吸系统危急重症,儿童由于心肺功能发育不完全,加上抵抗力相对成人更低等特点,更容易由普通肺炎发展为重症肺炎^[1]。机械通气是治疗小儿重症肺炎的主要手段,可帮助患儿恢复自主呼吸,延缓疾病进展^[2]。随着研究的深入,临床发现小儿机械通气的体位选择差异可引起不同的通气效果^[3]。仰卧位是既往常用的体位方式,但部分患儿可出现过度的肺泡和气道扩张情况^[4]。现有不少学者认为俯卧位通气作为一种肺保护性通气策略,可以有效改善肺损伤患儿的氧合,逐渐应用于临床,但仍缺乏一定的样本量数据支持^[5,6]。此外,机械通气的目的是暂时性维持患儿呼吸功能,为治疗原发疾病争取缓冲时间,故在患儿病情缓解时宜进行脱机处理^[7]。而如何保证脱机的成功率也是临床目前关注的重点。故本次研究通过比较重症肺炎患儿俯卧位与仰卧位机械通气的临床效果,并分析其脱机结局的影响因素,以期为临床小儿重症肺炎预后改善提供数据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2020年5月~2021年12月期间在我院重症监护室(ICU)住院的重症肺炎患儿120例作为研究对象。患儿男66例,女54例,年龄1~12岁,平均 (6.83 ± 1.52) 岁。纳入标准:(1)重症肺炎的诊断标准依据《诸福棠实用儿科学(第7版)》^[8],并经实验室检查等确诊;(2)年龄 ≤ 12 岁;(3)均符合机械通气相关指征。排除标准:(1)伴有其他器官疾病或衰竭者;(2)合并严重血液、神经系统疾病者;(3)合并消化道肿瘤、出血及消化系统其他疾病者;(4)存在气胸或肺结核等疾病;(5)患儿监护人不同意参加本次研究者;(6)病例资料不完整者。我院伦理委员会已批准本研究。

根据体位方式的不同将患儿分为仰卧位($n=52$)和俯卧位($n=68$),其中仰卧位男27例,女25例,年龄1~10岁,平均 (6.75 ± 0.96) 岁;病程1~6 d,平均 (4.26 ± 0.35) d。俯卧位男39例,女29例,年龄2~12岁,平均 (6.89 ± 1.12) 岁;病程1~8 d,平均 (4.32 ± 0.43) d。两组一般资料对比未见明显差异($P>0.05$),均衡可比。

1.2 方法

所有入选患儿确定使用机械通气后均使用德国STEPHAN公司生产的Stephanic呼吸机通气,设置呼吸频率20~30次/min,压力下限和上限控制在8~40 cmH₂O,患儿达到撤机指征后及时调整至自主呼吸实验模式进行脱机实验。在此基础上,俯卧组采用俯卧位治疗,仰卧组采用仰卧位治疗,俯

卧位需注意在机械通气前30 min,停掉患儿鼻饲,正式开始机械通气前,研究人员帮助患儿体位调整,呈头低足高的俯卧姿势。两组患儿均治疗5 d。

1.3 评估指标

(1)记录仰卧组、俯卧组的发热消失时间、肺部啰音消失时间、呼吸改善时间。(2)比较仰卧组、俯卧组机械通气治疗前、治疗5 d后平均动脉压(MAP)、动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)指标,均采用丹麦雷度ABL5型血气分析仪检测。(3)脱机成功标准^[9]:达撤机指征后经自主呼吸实验法模式过渡后脱机,48 h内患儿各项生命体征稳定,无需再次行气管插管辅助呼吸。脱机失败标准^[9]:达撤机指征后经自主呼吸实验法模式过渡后脱机,6 h内血氧饱和度(SaO₂) $\leq 80\%$,呼吸频率 ≥ 30 次/min,患儿心率 ≥ 140 次/min,动脉血pH ≥ 7.15 。记录仰卧组、俯卧组的死亡例数、脱机成功和脱机失败例数。(4)根据病例资料获取所有患儿的性别、年龄、体质指数(BMI)、急性生理与慢性健康评分系统II(APACHE II)评分、先天性病史、白细胞计数(WBC)、病程、血红蛋白(Hb)、降钙素原(PCT)、D-二聚体(D-D)、中性粒细胞百分比(NEU%)、脑尿钠肽(BNP)、白蛋白(ALB)、血乳酸。WBC、Hb、PCT等实验室指标分别采用深圳迈瑞公司生产MINDRAY BS420型全自动生化分析仪和美国库尔特公司生产的STKS全自动血液分析仪检测。

1.4 统计学方法

使用SPSS23.0进行研究资料分析。计数资料包括性别、死亡率和脱机失败率等以例数及率描述。两组间比较为卡方检验。计量数据包括临床症状改善时间、血气分析指标等均通过正态性检验,以 $MEAN\pm SD$ 描述。两组间的比较为成组t检验或配对t检验。采用单因素及多因素Logistic回归分析脱机失败的影响因素。统计推断的检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 仰卧组、俯卧组的临床症状改善时间对比

俯卧组的发热消失时间、肺部啰音消失时间、呼吸改善时间短于仰卧组($P<0.05$),见表1。

2.2 仰卧组、俯卧组的血气分析指标对比

两组治疗前PaO₂、MAP、PaCO₂组间对比,未见明显差异($P>0.05$)。两组治疗5 d后PaO₂、MAP较治疗前升高,PaCO₂较治疗前下降($P<0.05$)。俯卧组的PaO₂、MAP高于仰卧组,PaCO₂低于仰卧组($P<0.05$)。见表2。

2.3 仰卧组、俯卧组的死亡率及脱机失败发生率

仰卧组52例患儿中,有3例患儿死亡,23例患儿脱机失败,死亡率、脱机失败率分别为5.77%(3/52)、46.94%(23/49)。

俯卧组 68 例患儿中,有 4 例患儿死亡,18 例患儿脱机失败,死亡率、脱机失败率分别为 5.88%(4/68)、28.13%(18/64)。两组患儿死亡率组间对比未见统计学差异($\chi^2=0.105, P=0.746$)。俯卧组的脱机失败率低于仰卧组($\chi^2=4.249, P=0.039$)。除去患儿死亡病例,剩余 113 例,根据重症肺炎患儿脱机结局分为脱机成功组($n=72$)和脱机失败组($n=41$)。

表 1 仰卧组、俯卧组的临床症状改善时间对比($\bar{x}\pm s, d$)Table 1 Comparison of improvement time of clinical symptoms between supine group and prone group($\bar{x}\pm s, d$)

Groups	Disappearance time of fever	Disappearance time of pulmonary rales	Improvement time of respiration
Supine group($n=52$)	4.89 $\pm$ 0.73	5.72 $\pm$ 0.86	3.89 $\pm$ 0.62
Prone group($n=68$)	2.96 $\pm$ 0.52	4.17 $\pm$ 0.74	2.94 $\pm$ 0.46
t	16.910	10.956	10.173
P	0.000	0.000	0.000

表 2 仰卧组、俯卧组的血气分析指标对比($\bar{x}\pm s$)Table 2 Comparison of blood gas analysis indexes between supine group and prone group($\bar{x}\pm s$)

Groups	PaO ₂ (mmHg)		MAP(mmHg)		PaCO ₂ (mmHg)	
	Before treatment	5d after treatment	Before treatment	5d after treatment	Before treatment	5d after treatment
Supine group ($n=52$)	61.54 $\pm$ 6.09	69.23 $\pm$ 9.84 ^a	85.89 $\pm$ 8.34	97.16 $\pm$ 13.41 ^a	61.82 $\pm$ 8.38	53.91 $\pm$ 7.32 ^a
Prone group($n=68$)	62.46 $\pm$ 8.96	81.51 $\pm$ 10.63 ^a	86.85 $\pm$ 10.49	105.48 $\pm$ 14.33 ^a	60.51 $\pm$ 7.42	48.46 $\pm$ 6.35 ^a
t	-0.636	-6.474	-0.542	-3.240	0.911	4.379
P	0.526	0.000	0.589	0.002	0.366	0.000

Note: Matched t test was performed before treatment and 5d after treatment in the group, ^a $P<0.05$.

2.4 重症肺炎患儿脱机结局的单因素分析

($P<0.05$)。脱机失败组、脱机成功组在性别、BMI、WBC、Hb、

脱机失败组、脱机成功组在年龄、APACHE II 评分、病程、PCT、NEU 方面对比无统计学差异($P>0.05$)。见表 3。

先天性病史、D-D、ALB、血乳酸、BNP 方面对比有统计学差异

表 3 重症肺炎患儿脱机结局的单因素分析

Table 3 Univariate analysis of offline outcome in children with severe pneumonia

Factors	Offline failure group($n=41$)	Offline success group($n=72$)	χ^2/t	P
Gender(male/female)	24/17	40/32	0.095	0.795
Age	4.73 $\pm$ 0.81	7.07 $\pm$ 0.61	-17.364	0.000
BMI(kg/m ²)	14.88 $\pm$ 1.47	15.39 $\pm$ 1.62	-1.663	0.099
APACHE II score(scores)	17.56 $\pm$ 2.35	12.13 $\pm$ 2.58	11.103	0.000
Congenital disease history	7(17.07%)	2(2.78%)	8.613	0.003
WBC($\times 10^9/L$)	21.29 $\pm$ 6.47	20.83 $\pm$ 5.24	0.411	0.682
Hb(g/L)	108.91 $\pm$ 16.52	107.32 $\pm$ 19.51	0.440	0.661
PCT(ng/mL)	2.96 $\pm$ 0.51	2.92 $\pm$ 0.47	0.422	0.674
D-D($\mu g/L$)	2820.94 $\pm$ 84.25	1939.02 $\pm$ 72.29	58.682	0.000
NEU(%)	61.79 $\pm$ 8.24	60.51 $\pm$ 7.37	0.850	0.397
ALB(g/L)	21.85 $\pm$ 5.16	34.36 $\pm$ 6.25	-10.873	0.000
Blood lactic acid(mmol/L)	3.86 $\pm$ 0.52	2.72 $\pm$ 0.47	11.925	0.000
BNP(pg/L)	3723.72 $\pm$ 283.18	2783.45 $\pm$ 305.27	16.154	0.000
Course of disease(d)	5.36 $\pm$ 0.98	4.15 $\pm$ 0.76	7.311	0.000

2.5 重症肺炎患儿脱机结局的多因素 Logistic 回归分析

以重症肺炎患儿脱机结局作为因变量(成功=0,失败=1),

以表 3 中有统计学差异的因素作为自变量,赋值如下:年龄、病程、APACHE II 评分、D-D、ALB、血乳酸、BNP 均为连续性变

量,采取原值输入形式,先天性病史:无=0,有=1。建立多因素 Logistic 回归分析模型,结果显示:年龄偏小、APACHE II 评分偏高、D-D 偏高、ALB 偏低、先天性病史均是重症肺炎患儿脱机结局的影响因素($P<0.05$),见表 4。

表 4 重症肺炎患儿脱机结局的多因素 Logistic 回归分析
Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of offline outcome in children with severe pneumonia

Variable	β	SE	Wald χ^2	OR(95%CI)	P
Constant term	4.283	0.634	12.328	-	0.000
Age	0.442	0.382	9.732	1.664(1.307~2.036)	0.000
APACHE II score	0.397	0.294	10.273	1.725(1.426~2.148)	0.000
D-D	0.351	0.335	7.384	1.793(1.386~2.247)	0.003
ALB	0.426	0.394	12.472	1.836(1.409~2.367)	0.000
Congenital disease history	0.398	0.316	11.846	1.927(1.391~2.452)	0.000

3 讨论

肺炎是全球范围内最常见的感染性疾病之一,与成年人相比,小儿气管、支气管短且狭窄,血管丰富,黏膜柔嫩,纤毛的运动和清除能力相对较差,极易发生呼吸道感染,普通肺炎即可因呼吸道分泌物累积而加快病情进展,继而发生重症肺炎^[9-11]。重症肺炎可引起患儿通气和换气功能障碍,随着病情进展,可发展为多器官功能衰竭症,给患儿的生命带来严重威胁^[12-14]。既往有数据显示^[15],全球每年约有 90 万儿童死于重症肺炎,且重症肺炎是造成 5 岁以下儿童死亡的重要原因之一。机械通气是治疗重症肺炎患儿的重要呼吸支持手段,可有效加强重症肺炎患儿气道管理,保证氧供,降低病死率^[16,17]。但不少研究报道表明^[18,19],不同的体位进行机械通气可获得不同的治疗效果。部分临床实践显示在仰卧位下进行机械通气,即使吸入较高浓度的氧气,其改善缺氧效果并未达到理想状态^[20]。俯卧位机械通气最先用于急性呼吸窘迫综合征患者中,不少报道均证实其可有效改善急性呼吸窘迫综合征患者的氧合状况^[21,22]。而在儿科方面,俯卧位则最先用于急性肺损伤的机械通气中,也获得了较好的呼吸支持效果^[23]。

本次研究通过对比仰卧位、俯卧位在重症肺炎的临床疗效,结果发现俯卧组的发热消失时间、肺部啰音消失时间、呼吸改善时间短于仰卧组,血气分析指标改善效果优于仰卧组,且俯卧组的脱机失败率低于仰卧组。提示俯卧位在重症肺炎患儿机械通气中具有较好的临床应用价值。仰卧位机械通气时,人体的背部与肺距离拉近,同时肺部还可受到其他内脏包括心、肾等脏器的挤压,导致膨胀不完全,无法达到最佳氧合状况^[24]。而俯卧位是婴儿常用的睡眠体位,通常从 4~5 月龄开始,婴儿可从仰卧位翻身至俯卧位,虽然多数父母习惯将婴儿的体位纠正为仰卧位,但在不纠正的情况下,婴儿可自主的维持为俯卧位,由此也可看出儿童实施俯卧位类似于遵循身体本能,具有较好的依从性^[25]。而采取俯卧式机械通气方法时,患儿的肺部不受其他内脏的积压,可使患儿肺部充分扩张。此外,采用俯卧式机械通气治疗患儿时,还可做到减少治疗中气体分流。相关研究也证实^[26],儿童的心肺稳定性受到身体姿势的影响,俯卧位可帮助诱导患儿最稳定的心肺功能。

现有的资料显示^[27],不少患儿会形成呼吸机依赖,导致脱

机失败。因此,除了探讨体位对于患儿脱机结局的影响外,探讨影响重症肺炎患儿成功脱机的影响因素也具有积极的临床意义。本次研究中多因素 Logistic 回归分析结果显示:年龄、APACHE II 评分、D-D、ALB、先天性病史均是脱机结局的影响因素。其中年龄越小的患儿其各项基础机能均相对更差,进而导致治疗反应效果差,脱机失败风险高^[28]。APACHE II 评分可全面评估患儿病情和死亡风险,得分越高患儿疾病越严重,脱机失败风险也相对更高^[29]。D-D 是胶原纤维的分解产物之一,可有效反映机体的凝血功能,而凝血功能异常参与着重症肺炎的发生、发展过程,其水平异常提示重症肺炎患儿病情越严重,脱机失败率发生风险明显增加^[30]。ALB 作为临床上反应患儿营养状况的指标,患儿营养状况越差,身体抵抗力就越差,故与重症肺炎的脱机结局息息相关^[31]。而合并先天性病史的患儿多为多脏器发育不完全的患儿,治疗效果差,导致脱机失败风险高^[32]。

综上所述,俯卧位可获得比仰卧位机械通气治疗更好的临床效果和脱机成功率,且患儿的脱机结局受到年龄、APACHE II 评分、D-D、ALB、先天性病史的影响,临床应综合考虑患儿的病情,以给予相关干预措施改善患儿的预后。

参考文献(References)

- [1] 余让辉,陈辉,柳晓峰,等.基于流行病学与临床资料调查的重症肺炎患者预后影响因素研究[J].解放军预防医学杂志,2020,38(2): 88-90, 94
- [2] Lentz S, Roginski MA, Montrieff T, et al. Initial emergency department mechanical ventilation strategies for COVID-19 hypoxemic respiratory failure and ARDS [J]. Am J Emerg Med, 2020, 38(10): 2194-2202
- [3] 李俊,习举云.俯卧位与仰卧位机械通气治疗重症肺炎临床疗效的比较研究[J].实用心脑血管病杂志,2015,23(10): 85-87
- [4] Wang L, Li X, Yang Z, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, 2016(1): CD00994
- [5] 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
- [6] 杜玉明,李岩,孙荣青,等.俯卧位通气对重症肺炎患者氧合影响的 Meta 分析[J].中华危重病急救医学,2018,30(4): 327-331

- [7] Cornistein W, Colque AM, Staneloni MI, et al. Pneumonia associated with mechanical ventilation. Update and recommendations inter-Societies SADI-SATI[J]. *Medicina (B Aires)*, 2018, 78(2): 99-106
- [8] 胡亚美, 江载芳. 诸福棠实用儿科学(第7版)[M]. 北京:人民卫生出版社, 2002: 1204-1205
- [9] 彭哲, 莫运波, 余洁, 等. 酚妥拉明联合亚胺培南西司他丁钠对重症肺炎患儿肺功能、炎症因子及血清 sTREM-1、sICAM-1 水平的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(11): 2084-2088
- [10] Yun KW, Wallihan R, Juergensen A, et al. Community-Acquired Pneumonia in Children: Myths and Facts[J]. *Am J Perinatol*, 2019, 36(S 02): S54-S57
- [11] Lee H, Yun KW, Lee HJ, et al. Antimicrobial therapy of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children [J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2018, 16(1): 23-34
- [12] Tsai TA, Tsai CK, Kuo KC, et al. Rational stepwise approach for *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children [J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2021, 54(4): 557-565
- [13] Zhang S, Sammon PM, King I, et al. Cost of management of severe pneumonia in young children: systematic analysis [J]. *J Glob Health*, 2016, 6(1): 010408
- [14] Zimmermann P, Curtis N. COVID-19 in Children, Pregnancy and Neonates: A Review of Epidemiologic and Clinical Features [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2020, 39(6): 469-477
- [15] Jin Y, Yang H, Ji W, et al. Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19[J]. *Viruses*, 2020, 12(4): 372
- [16] Siempos II, Ntaidou TK, Filippidis FT, et al. Effect of early versus late or no tracheostomy on mortality and pneumonia of critically ill patients receiving mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Respir Med*, 2015, 3(2): 150-158
- [17] Dar M, Swamy L, Gavin D, et al. Mechanical-Ventilation Supply and Options for the COVID-19 Pandemic. Leveraging All Available Resources for a Limited Resource in a Crisis[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2021, 18(3): 408-416
- [18] 郭凤娟, 安昱. 体位交换及危重症专职管理对呼吸窘迫综合征患儿机械通气呼吸动力学、血气分析指标的影响[J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(2): 241-244
- [19] 谷丽彩, 张晶, 栗闪闪, 等. 不同体位护理方案对早产急性呼吸窘迫综合征患儿机械通气效果及安全性的影响[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2020, 27(6): 669-672
- [20] 刘明强, 耿秀双. 仰卧位在新儿呼吸衰竭辅助通气中的应用[J]. *中国医师杂志*, 2009, 11(3): 394-395
- [21] Mezidi M, Guérin C. Effect of body position and inclination in supine and prone position on respiratory mechanics in acute respiratory distress syndrome[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(2): 292-294
- [22] 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
- [23] 柏振江, 徐仑, 封其华, 等. 俯卧位通气对小儿急性肺损伤的疗效[J]. *实用儿科临床杂志*, 2008, 23(23): 1848-1849
- [24] Sud S, Friedrich JO, Adhikari NK, et al. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis [J]. *CMAJ*, 2014, 186(10): E381-E90
- [25] 朱丽敏, 徐卓明, 季昱, 等. 不同体位下不同模式机械通气对新生儿心脏直视术后急性肺损伤的影响 [J]. *中华医学杂志*, 2010, 90(18): 1260-1263
- [26] 金芳, 于秀荣, 吴玉梅, 等. 不同体位干预对无创正压通气极低出生体重儿心肺功能及胃肠功能的影响[J]. *齐鲁护理杂志*, 2020, 26(7): 95-98
- [27] 李晓卿, 张丽萍, 许晖, 等. 儿童呼吸机撤离失败相关因素分析[J]. *中国小儿急救医学*, 2010, 17(4): 315-317
- [28] Kallet RH. 2020 Year in Review: Mechanical Ventilation During the First Year of the COVID-19 Pandemic [J]. *Respir Care*, 2021, 66(8): 1341-1362
- [29] 陈庆, 吴亚, 蒋才玉, 等. APACHE-II、PCT、ALB 及 CRP 对慢性阻塞性肺疾病机械通气患者预后影响的临床研究 [J]. *四川医学*, 2020, 41(1): 29-32
- [30] 程真梅, 吉山宝. 小儿危重症病例评分联合血管内皮生长因子受体 -1、D- 二聚体水平检测对儿童重症肺炎预后评估价值 [J]. *中国临床医生杂志*, 2021, 49(7): 862-865
- [31] 刘瑞莹, 李群, 杨帅, 等. ALB、CD64 及 BCL2 在重症肺炎中的表达及与病情严重程度、预后的关系研究[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2020, 12(12): 1708-1712
- [32] 阎昱升, 胡成平. 重症肺炎患者的机械通气脱机的影响因素[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2015, 40(1): 107-111