

# 俯卧位通气对重症肺炎患者氧合影响的 Meta 分析

杜玉明 李岩 孙荣青 袁博 高敏 王丽蕊

450000 河南郑州, 郑州大学第一附属医院重症医学科

通讯作者: 孙荣青, Email: rongqing.sun@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.04.008

**【摘要】** 目的 评价俯卧位通气对重症肺炎患者氧合改善的临床疗效。方法 用计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方和维普等数据库, 自建库到 2017 年 12 月 10 日所有公开发表的, 关于重症肺炎患者俯卧位通气氧合状况的随机对照试验(RCT), 并通过纳入文献的参考文献进行引证检索。按照纳入和排除标准筛选文献, 并进行文献质量评价, 使用 RevMan 5.1 软件对数据进行 Meta 分析。结果 共纳入 12 篇文献, 中文文献 11 篇、英文文献 1 篇, 均为单中心 RCT 研究, 共 650 例患者。10 篇文献显示, 俯卧位通气可显著提高患者血氧分压 [ 加权均数差 (WMD) = 9.93, 95% 可信区间 (95%CI) = 2.92 ~ 16.95,  $P=0.006$  ], 但各研究间存在一定的发表偏倚。7 篇文献显示, 俯卧位通气可显著降低患者血二氧化碳分压 (WMD = 9.99, 95%CI = 1.81 ~ 18.18,  $P=0.02$ ), 但各研究间存在一定的发表偏倚。7 篇文献显示, 俯卧位通气可显著提高患者氧合指数 (WMD = 31.22, 95%CI = 26.06 ~ 36.39,  $P<0.00001$ ), 各研究间存在发表偏倚。2 篇文献显示, 俯卧位通气可显著提高患者血氧饱和度 (WMD = 2.12, 95%CI = 1.24 ~ 3.00,  $P<0.00001$ ), 2 篇文献发表偏倚不大。结论 俯卧位通气可以有效改善重症肺炎患者的氧合。

**【关键词】** 肺炎, 重症; 俯卧位通气; 氧合; Meta 分析

**基金项目:** 河南省医学科技攻关计划项目 (201602095); 国家临床重点专科建设项目 (2011-873)

## Meta analysis of observing prone position ventilation role in the oxygenation of severe pneumonia patients

Du Yuming, Li Yan, Sun Rongqing, Yuan Bo, Gao Min, Wang Lirui

Department of Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan, China

Corresponding author: Sun Rongqing, Email: rongqing.sun@126.com

**【Abstract】 Objective** To systematically evaluate the clinical effect of prone position mechanical ventilation on the improvement of oxygenation in patients with severe pneumonia. **Methods** Pubmed, Embase, Cochrane Library, CNKI, Wanfang Data and VIP database were searched from the time of database built up until December 10th, 2017. All the published randomized controlled trials (RCTs) about the effects of prone position ventilation on the oxygenation of severe pneumonia patients were screened, and were confirmed by the literature reference citation retrieval. Inclusion and exclusion criteria had been used to review and rank the literature. After evaluating the quality of included studies, the data was extracted from RCTs and given a Meta-analysis using RevMen 5.1. **Results** Twelve RCTs with 650 cases were included. Eleven of them were Chinese literature while 1 was in English. Ten studies showed that the prone position ventilation had a significant influence on improving partial pressure of oxygen [weighted mean difference (WMD) = 9.93, 95% confidence interval (95%CI) = 2.92-16.95,  $P = 0.006$ ], publication bias was found in these studies. Seven studies showed that the prone position ventilation had a significant influence on partial pressure of carbon dioxide (WMD = 9.99, 95%CI = 1.81-18.18,  $P = 0.02$ ), publication bias was found in these studies. Seven studies showed that the prone position ventilation had a significant influence on oxygenation index (WMD = 31.22, 95%CI = 26.06-36.39,  $P < 0.00001$ ), publication bias was found in these studies. Two studies showed that the prone position ventilation had a significant influence on oxygen saturation of blood (WMD = 2.12, 95%CI = 1.24-3.00,  $P < 0.00001$ ), no publication bias was found in these studies. **Conclusion** Prone position ventilation can effectively improve the patients' oxygenation index, partial pressure of oxygen, and oxygen saturation of blood, and reduce the partial pressure of carbon dioxide.

**【Key words】** Severe pneumonia; Prone position ventilation; Oxygenation; Meta-analysis

**Fund program:** Scientific and Technological Project of Henan Province (201602095); National Clinical Key Specialist Construction Project of China (2011-873)

重症肺炎是严重的呼吸系统疾病, 病死率较高。机械通气是目前治疗重症肺炎、改善肺通气功能的重要手段, 但机械通气的治疗效果受体位等因素的影响<sup>[1]</sup>。有文献报道, 俯卧位机械通气可通过改善

通气/血流比值等多种机制改善氧合<sup>[2-3]</sup>。临床上对于重症肺炎患者俯卧位辅助措施治疗的短期临床疗效研究较多, 但其样本量不足、样本量分散导致相关研究缺乏临床证据<sup>[4]</sup>。本研究旨在评价不同

体位(俯卧位、仰卧位)通气方式对重症肺炎患者氧合的影响,以期为重症肺炎的治疗提供参考。

### 1 资料与方法

**1.1 检索策略:**通过计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、万方、维普、中国知网等数据库。检索时间:建库至2017年12月10日。检索词:①中文关键词:肺炎、重症肺炎、俯卧位通气、俯卧位机械通气;②英文关键词:pneumonias、lobar pneumonia、lobar pneumonias、pneumonias, lobar pneumonia, lobar、experimental lung inflammation、experimental lung inflammations、inflammation、experimental lung、lung inflammation、experimental、lung inflammations、experimental、pneumonitis、pneumonitides、pulmonary inflammation、inflammation、pulmonary、inflammations、pulmonary、pulmonary inflammations、lung inflammation、inflammation、lung、inflammations、lung、lung inflammations、position、prone、positions、prone、prone positions。阅读文献,同时手工检索查缺补漏。

**1.2 文献纳入标准:**①临床随机对照试验(RCT);②研究对象为国内外诊断为肺炎的人群;③干预措施:试验组为常规治疗加俯卧位通气,对照组为常规治疗加仰卧位通气;④结局指标包括:血氧分压( $PO_2$ )、血二氧化碳分压( $PCO_2$ )、氧合指数、脉搏血氧饱和度( $SpO_2$ )、呼吸机参数。

**1.3 文献排除标准:**①重复发表;②仅包含摘要、数据不详;③非随机对照、未设计对照组及试验设计不严谨。

**1.4 数据提取及文献评价:**由2名研究者独立筛选文献、质量评价和数据提取,如遇分歧则交换意见或向其他研究者咨询。采用Cochrane协作网推荐的方法对文献的研究方法进行质量评价并分级,即:①随机分配方法是否适当;②是否采用盲法;③是否分配隐藏;④基线是否具有可比性;⑤是否描述退出与失访。按上述标准将纳入的研究分为3个等级:①A级(低度偏倚):所有质量评价标准均完全满足;②B级(中度偏倚):其中任意一条或多条质量评价标准仅为部分满足,即不清楚;③C级(高度偏倚):其中任意一条或多条质量评价完全不满足,即未采用或不正确。

**1.5 统计学分析:**定量综合分析运用RevMan 5.1软件。对连续性变量使用加权均数差(WMD)及其95%可信区间(95%CI)描述。各研究间异质性采用

$\chi^2$ 检验,如各研究间无异质性( $P \geq 0.1$ 、 $I^2 \leq 50\%$ ),使用固定效应模型;各研究间存在异质性( $P < 0.1$ 、 $I^2 > 50\%$ ),则使用随机效应模型。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。采用漏斗图观察Meta分析结果有无发表偏倚。

### 2 结果

**2.1 文献纳入情况和质量评价:**检索出相关研究共258篇,最终纳入12篇<sup>[5-16]</sup>、共650例患者,筛选流程见图1;各研究质量评价均为B级(表1),均为单中心RCT研究,基本特征见表2。

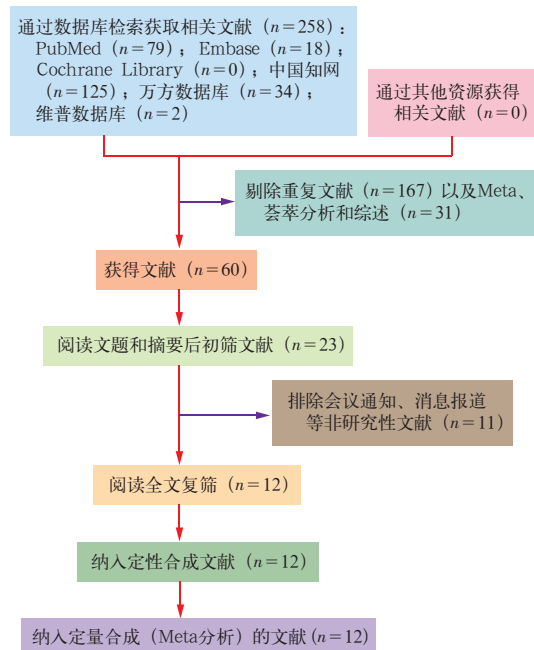


图1 俯卧位与仰卧位通气对重症肺炎患者氧合影响的Meta分析文献筛选流程

表1 俯卧位通气对重症肺炎患者氧合影响的Meta分析纳入研究方法学质量评价

研究	随机方法	分配隐藏	盲法	基线可比	退出和失访	质量评价
余毓梅等 <sup>[5]</sup>	随机数字表法	未获取	未获取	是	无	B级
颜洪顺等 <sup>[6]</sup>	随机数字表法	未获取	未获取	是	无	B级
王文欣等 <sup>[7]</sup>	信封法	未获取	未获取	是	无	B级
刘雪琴等 <sup>[8]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
李俊等 <sup>[9]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
李国智 <sup>[10]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
董卓亚等 <sup>[11]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
柏振江等 <sup>[12]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
曹赋韬等 <sup>[13]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
程凤琴等 <sup>[14]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
Chaisupamonkollarp等 <sup>[15]</sup>	未获取	未获取	未获取	是	无	B级
范徐威 <sup>[16]</sup>	随机数字表法	未获取	未获取	是	无	B级

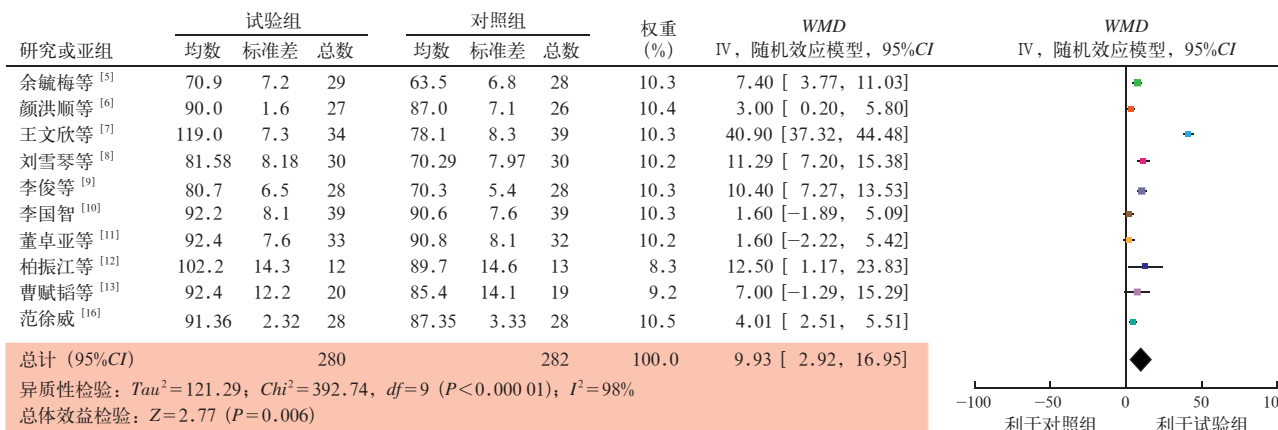
### 2.2 Meta分析结果

**2.2.1 俯卧位通气对 $PO_2$ 的影响(图2):**涉及俯卧位通气对 $PO_2$ 影响的研究共10篇<sup>[5-13, 16]</sup>,各研究间

表2 俯卧位通气对重症肺炎患者氧合影响的 Meta 分析纳入文献基本特征

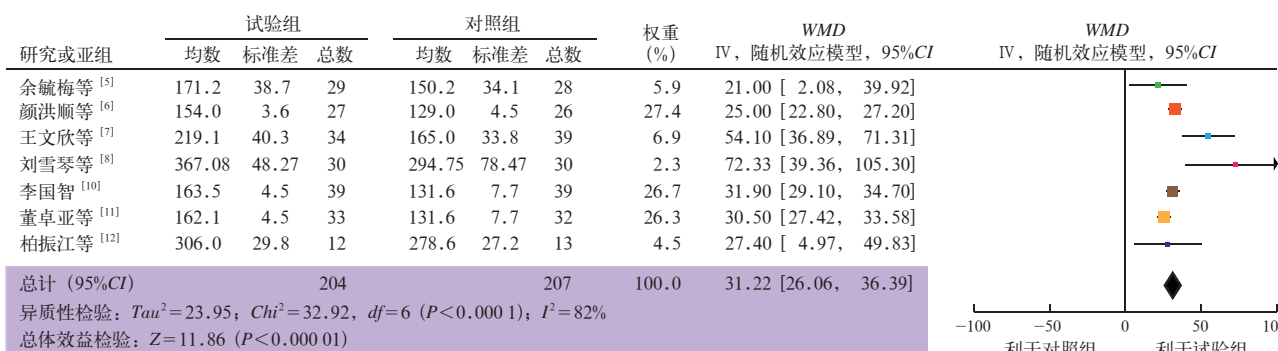
研究	肺炎类型	例数(例)		年龄( $\bar{x} \pm s$ )		俯卧位时间	结局指标
		试验组	对照组	试验组	对照组		
余毓梅等 <sup>[5]</sup>	新生儿肺炎	29	28	(37.4±2.5)周	(37.2±2.4)周		①②
颜洪顺等 <sup>[6]</sup>	重症肺炎	27	26	(56.0±3.5)岁			①②③④
王文欣等 <sup>[7]</sup>	剖宫产后并发重症肺炎	34	39	(27±4)岁	(27±5)岁	4 h	①②
刘雪琴等 <sup>[8]</sup>	新生儿呼吸机相关性肺炎	30	30			1 h	①②③
李俊等 <sup>[9]</sup>	重症肺炎	28	28	(63.4±7.9)岁		5 d	①③
李国智 <sup>[10]</sup>	重症肺炎	39	39	(41.2±4.9)岁			①②
董卓亚等 <sup>[11]</sup>	儿童重症肺炎	33	32				①②③
柏振江等 <sup>[12]</sup>	小儿肺炎肺不张	12	13	(4.1±2.2)岁		2 h	①②
曹赋韬等 <sup>[13]</sup>	老年重症肺炎	20	19	(75.5±5.3)岁		2 h	①③⑤
程凤琴等 <sup>[14]</sup>	老年重症肺炎	28	26	(63.2±12.1)岁			③
Chaisupamongkollarp 等 <sup>[15]</sup>	新生儿肺炎	17	17				④⑤
范徐威 <sup>[16]</sup>	小儿重症肺炎	28	28	(4.35±1.82)岁			①③

注:试验组为俯卧位通气,对照组为仰卧位通气;①为血氧分压,②为氧合指数,③为血二氧化碳分压,④为脉搏血氧饱和度,⑤为呼吸机参数;空白代表文献中未提及



注:试验组为俯卧位通气,对照组为仰卧位通气,WMD为加权均数差,95%CI为95%可信区间

图2 俯卧位通气对重症肺炎患者血氧分压(P<sub>O<sub>2</sub></sub>)影响的 Meta 分析



注:试验组为俯卧位通气,对照组为仰卧位通气,WMD为加权均数差,95%CI为95%可信区间

图3 俯卧位通气对重症肺炎患者氧合指数影响的 Meta 分析

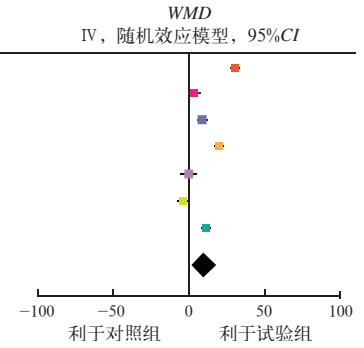
异质性较大( $P<0.1$ ,  $I^2=98\%$ ),采用随机效应模型进行分析,结果显示,俯卧位通气有益于改善重症肺炎患者的  $PO_2$  ( $P=0.006$ )。

**2.2.2 俯卧位通气对氧合指数的影响(图3):**涉及俯卧位通气对氧合指数影响的研究共7篇<sup>[5-8, 10-12]</sup>,各研究间异质性较大( $P<0.1$ ,  $I^2=82\%$ ),采用随机效应模型进行分析,结果显示,俯卧位通气有益于提高氧合指数( $P<0.00001$ )。

**2.2.3 俯卧位通气对  $PCO_2$  的影响(图4):**涉及俯卧位通气对  $PCO_2$  影响的研究共7篇<sup>[6, 8-9, 11, 13-14, 16]</sup>,各研究间异质性显著( $P<0.1$ ,  $I^2=99\%$ ),采用随机效应模型进行分析,结果显示,俯卧位通气可显著降低重症肺炎患者  $PCO_2$  ( $P=0.02$ )。

**2.2.4 俯卧位通气对  $SpO_2$  的影响(图5):**涉及俯卧位通气对  $SpO_2$  影响的研究共2篇<sup>[6, 15]</sup>,2项研究间无统计学异质性( $P=0.65$ ,  $I^2=0\%$ ),采用固定效应

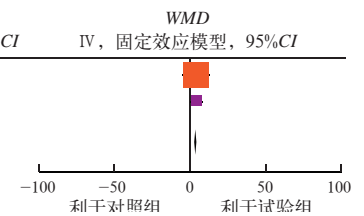
研究或亚组	试验组			对照组			权重 (%)	WMD	
	均数	标准差	总数	均数	标准差	总数		IV, 随机效应模型, 95%CI	WMD
颜洪顺等 <sup>[6]</sup>	26.0	1.9	27	56.0	4.4	26	14.5	30.00 [ 28.16, 31.84]	
刘雪琴等 <sup>[8]</sup>	28.70	6.86	30	32.41	8.92	30	14.1	3.71 [-0.32, 7.74]	
李俊等 <sup>[9]</sup>	42.1	2.8	28	50.7	4.6	28	14.5	8.60 [ 6.61, 10.59]	
董卓亚等 <sup>[11]</sup>	33.0	6.0	33	53.0	5.0	32	14.4	20.00 [ 17.32, 22.68]	
曹赋韬等 <sup>[13]</sup>	55.4	9.2	20	55.1	8.2	19	13.7	-0.30 [-5.76, 5.16]	
程凤琴等 <sup>[14]</sup>	44.20	7.56	28	40.20	6.65	26	14.2	-4.00 [-7.79, -0.21]	
范徐威 <sup>[16]</sup>	104.25	2.36	28	115.22	2.62	28	14.6	10.97 [ 9.66, 12.28]	
总计 (95%CI)	194			189			100.0	9.99 [ 1.81, 18.18]	
异质性检验: $Tau^2=119.19$ ; $Chi^2=497.49$ , $df=6$ ( $P<0.00001$ ); $I^2=99%$									
总体效益检验: $Z=2.39$ ( $P=0.02$ )									



注: 试验组为俯卧位通气, 对照组为仰卧位通气, WMD 为加权均数差, 95%CI 为 95% 可信区间

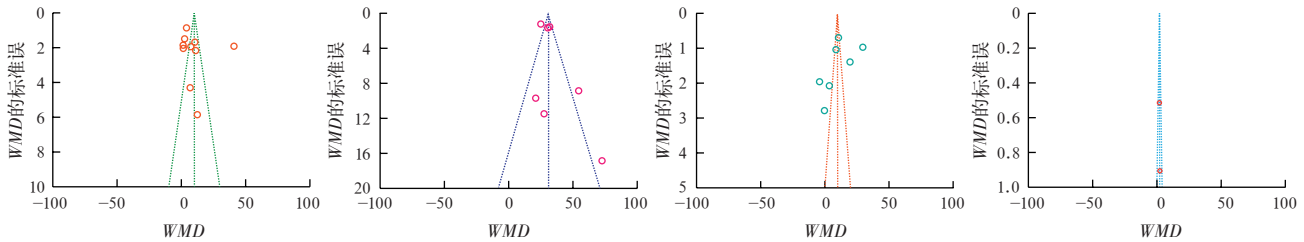
图 4 俯卧位通气对重症肺炎患者血二氧化碳分压 (PCO<sub>2</sub>) 影响的 Meta 分析

研究或亚组	试验组			对照组			权重 (%)	WMD	
	均数	标准差	总数	均数	标准差	总数		IV, 固定效应模型, 95%CI	WMD
颜洪顺等 <sup>[6]</sup>	96.0	1.1	27	94.0	2.4	26	75.6	2.00 [0.99, 3.01]	
Chaisupamongkollarp 等 <sup>[15]</sup>	98.00	2.40	17	95.52	2.87	17	24.4	2.48 [0.70, 4.26]	
总计 (95%CI)	44			43			100.0	2.12 [1.24, 3.00]	
异质性检验: $Chi^2=0.21$ , $df=1$ ( $P=0.65$ ); $I^2=0%$									
总体效益检验: $Z=4.72$ ( $P<0.00001$ )									



注: 试验组为俯卧位通气, 对照组为仰卧位通气, WMD 为加权均数差, 95%CI 为 95% 可信区间

图 5 俯卧位通气对重症肺炎患者脉搏血氧饱和度 (SpO<sub>2</sub>) 影响的 Meta 分析



注: WMD 为加权均数差

图 6 俯卧位通气对重症肺炎患者血氧分压 (PO<sub>2</sub>)、氧合指数、血二氧化碳分压 (PCO<sub>2</sub>)、脉搏血氧饱和度 (SpO<sub>2</sub>) 影响的 Meta 分析纳入研究的漏斗图

模型进行分析, 结果显示, 俯卧位通气可显著提高重症肺炎患者的 SpO<sub>2</sub> ( $P<0.00001$ )。

**2.2.5 发表偏倚 (图 6):** 漏斗图显示, 关于俯卧位通气对重症肺炎患者 PO<sub>2</sub>、氧合指数、PCO<sub>2</sub> 影响的文献存在一定的发表偏倚, 关于 SpO<sub>2</sub> 的文献发表偏倚不大。

### 3 讨论

重症肺炎是以肺部损害为主的多器官功能障碍综合征<sup>[17]</sup>, 且长期的机械通气可进一步加重肺损伤, 如潮气量所致剪切伤、较高压力支持造成气压伤、高浓度氧流量导致不可逆的肺损伤等<sup>[18]</sup>。俯卧位机械通气作为一种简便易行的操作, 越来越受到人们关注。既往研究显示, 俯卧位通气对于改善急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 患者的氧合具有肯定疗效, 已被推荐用于严重低氧血症的治疗中<sup>[19]</sup>。近年来, 部分临床试验也证实, 俯卧位通气可以改善重症肺炎患者的氧合。

本研究通过 Meta 分析方法评价了俯卧位通气对重症肺炎患者呼吸方面的影响, 结果显示, 与仰卧位通气比较, 俯卧位通气能明显提高重症肺炎患者的 PO<sub>2</sub>、氧合指数, 显著降低 PCO<sub>2</sub>, 可能的机制包括: ① 肺通气 / 血流比值改善: 仰卧位时受重力影响肺血流灌注在背侧占优势而通气不足, 胸侧肺泡通过度血流灌注不足, 即肺内分流与死腔通气增加, 出现通气 / 血流比值严重失调。Mentzelopoulos 等<sup>[2]</sup>对 ARDS 患者俯卧位通气研究发现, 俯卧位通气时肺内分流及死腔通气可以分别减少 21% ~ 50% 及 20% ~ 47%, 从而改善通气 / 血流比值。② 俯卧位可以减少心脏、膈肌对肺组织的压迫。③ 俯卧位时受重力影响, 滞留于气道内的炎性分泌物、误吸物等易于引流排出<sup>[20]</sup>。

对于实施俯卧位机械通气的患者, 影响其疗效的因素众多, 如患者耐受程度、是否合并青光眼等并发症、胸腹壁力学特点及操作者熟练程度等<sup>[21]</sup>,

另外需要注意预防压疮、气管导管和引流管脱垂或移位等事件,故应制定合理的操作流程并严格遵守,且需要团队协作及护理人员的密切关注。

本研究的局限性:①治疗时间窗不同,由于临床上对俯卧位通气治疗重症肺炎尚无相对权威的治疗时间窗,各研究单位依照自身情况进行治疗,可能对分析结果产生一定影响;②肺炎定义不尽相同,由于研究对象不同,各研究单位均自定义了肺炎,如呼吸机相关性肺炎(VAP)、老年肺炎、新生儿肺炎等,可能对分析结果造成一定影响。

综上,本Meta分析显示,采取俯卧位机械通气可改善重症肺炎患者的氧合,提高 $PO_2$ ,降低 $PCO_2$ ,可取得显著的临床疗效,且俯卧位通气操作简单,具有可实施性,值得临床推广和深入研究。

### 参考文献

[1] 高珣,肖青勉,朱保月,等.俯卧位机械通气对慢性阻塞性肺病急性加重期患者氧合的影响[J].广东医学,2015,36(2):287-289.  
Gao X, Xiao QM, Zhu BY, et al. Impact of prone position ventilation on oxygenation index of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Guangdong Med J, 2015, 36 (2): 287-289.

[2] Mentzelopoulos SD, Roussos C, Zakyntinos SG. Prone position reduces lung stress and strain in severe acute respiratory distress syndrome [J]. Eur R espir J, 2005, 25: 534-544. DOI: 10.1183/09031936.05.00105804.

[3] Lim CM, Kim EK, Lee JS, et al. Comparison of the response to the prone position between pulmonary and extrapulmonary acute respiratory distress syndrome [J]. Intensive Care Med, 2001, 27 (3): 477-485. DOI: 10.1007/s001340000848.

[4] 陈曦,吴奇云,王馨,等.俯卧位通气对急性呼吸窘迫综合征患者影响的Meta分析[J].解放军护理杂志,2016,33(7):20-23,27. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9993.2016.07.005.  
Chen X, Wu QY, Wang X, et al. Influence of ventilation in prone position on patients with acute respiratory distress syndrome: a Meta analysis [J]. Nurs J Chin PLA, 2016, 33 (7): 20-23, 27. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9993.2016.07.005.

[5] 余毓梅,许一凡,周世林,等.仰、俯卧位对新生儿肺炎氧合功能的影响[J].现代医院,2015,15(9):43-44. DOI: 10.3969/j.issn.1671-332X.2015.09.015.  
Yu YM, Xu YF, Zhou SL, et al. Impact of supine and prone positions on oxygenated function of neonates with pneumonia [J]. Modern Hospital, 2015, 15 (9): 43-44. DOI: 10.3969/j.issn.1671-332X.2015.09.015.

[6] 颜洪顺,王志峰.俯卧位和仰卧位机械通气在重症肺炎治疗中的应用效果研究[J].黑龙江医学,2015,39(9):1021-1022. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5775.2015.09.012.  
Yan HS, Wang ZF. Treatment of prone and supine position ventilation on patients with severe pneumonia [J]. Heilongjiang Med J, 2015, 39 (9): 1021-1022. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5775.2015.09.012.

[7] 王文欣,董颖,徐波,等.高海拔地区晚期妊娠合并重症肺炎剖宫产术后患者俯卧位通气的临床应用[J].高原医学杂志,2015(3):38-42.  
Wang WX, Dong Y, Xu B, et al. Impact of prone position on patients with late pregnancy combined with severe pneumonia in high altitude area [J]. J High Altitude Med, 2015 (3): 38-42.

[8] 刘雪琴,张卫星,刘玉霞,等.俯卧位通气对新生儿呼吸机相关性肺炎的疗效[J].广东医学,2015,36(18):2862-2864.  
Liu XQ, Zhang WX, Liu YX, et al. Treatment of prone position on neonates with ventilator associated pneumonia [J]. Guangdong Med J, 2015, 36 (18): 2862-2864.

[9] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2015.10.023.  
Li J, Xi JY. Comparative study for clinical effect on severe

pneumonia between prone-position and supine-position mechanical ventilation [J]. Pract J Cardiac Cereb Pnum Vasc Dis, 2015, 23 (10): 85-87. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2015.10.023.

[10] 李国智.俯卧位机械通气应用于重症肺炎治疗的临床研究[J].医药前沿,2015,5(23):166-167. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1752.2015.23.155.  
Li GZ. Clinical research of prone position ventilation on severe pneumonia patients [J]. Medical Frontier, 2015, 5 (23): 166-167. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1752.2015.23.155.

[11] 董卓亚,吕勤,叶朝辉,等.俯卧位机械通气在儿童重症肺炎治疗中的效果探讨[J].中华全科医学,2015,13(1):69-71.  
Dong ZY, Lyu Q, Ye ZH, et al. Curative effect of mechanical ventilation in the prone positioning on severe pneumonia in children [J]. Chin J Gen Pract, 2015, 13 (1): 69-71.

[12] 柏振江,徐仑,封其华,等.俯卧位通气在小儿肺炎肺不张中的应用[J].南京医科大学学报自然科学版,2010(1):108-111.  
Bai ZJ, Xu L, Feng QH, et al. Effect of mechanical ventilation in the prone position on children with pneumonia and atelectasis [J]. J Nanjing Med Univ, 2010 (1): 108-111.

[13] 曹赋韬,万方,范晓春,等.俯卧位通气对合并急性呼吸衰竭的老年重症肺炎的影响[J].江苏医药,2014,40(5):578-580.  
Cao FT, Wan F, Fan XC, et al. Effects of ventilation under prone position in the elderly with severe pneumonia combined with acute respiratory failure [J]. Jiangsu Med J, 2014, 40 (5): 578-580.

[14] 程凤琴,赵兰花,兰芳,等.俯卧位通气在老年重症肺炎合并呼吸衰竭中的应用[J].当代护士(中旬刊),2016(10):20-21,22.  
Cheng FQ, Zhao LH, Lan F, et al. The application of prone position ventilation on elderly patients with severe pneumonia and respiratory failure [J]. Today Nurse, 2016 (10): 20-21, 22.

[15] Chaisupamongkollarp T, Preuthipan A, Vaicheeta S, et al. Prone position in spontaneously breathing infants with pneumonia [J]. Acta Paediatr, 1999, 88 (9): 1033-1034. DOI: 10.1111/j.1651-2227.1999.tb00203.x.

[16] 范徐威.俯卧位机械通气辅助药物治疗小儿重症肺炎临床观察[J].现代诊断与治疗,2017,28(1):43-45. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8174.2017.01.022.  
Fan XW. Clinical observation of mechanical ventilation in prone position for children with severe pneumonia [J]. Mod Diagn Treat, 2017, 28 (1): 43-45. DOI: 10.3969/j.issn.1001-8174.2017.01.022.

[17] 邢柏,曾琦,王日兴,等.血必净注射液对重症肺炎患者的肺保护作用[J].中国中西医结合急救杂志,2007,14(5):317-318. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2007.05.021.  
Xing B, Zeng Q, Wang RX, et al. Protection of Xuebijing injection on patients with severe pneumonia [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2007, 14 (5): 317-318. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2007.05.021.

[18] 钟恺立,田丹,黄莺.大承气汤联合机械通气治疗急性呼吸窘迫综合征疗效观察[J].中国中西医结合急救杂志,2006,13(5):288-290. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2006.05.010.  
Zhong KL, Tian D, Huang Y. Observation of therapeutic effects of Dachengqi decoction combined with mechanical ventilation on patients with acute respiratory distress syndrome [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2006, 13 (5): 288-290. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2006.05.010.

[19] 曾慧,张珍,龚媛,等.胸肺物理治疗用于机械通气患者的疗效:一项前瞻性随机对照研究[J].中华危重病急救医学,2017,29(5):403-406,412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004.  
Zeng H, Zhang Z, Gong Y, et al. Effect of chest physiotherapy in patients undergoing mechanical ventilation: a prospective randomized controlled trial [J]. Chin Crit Care Med, 2017, 29 (5): 403-406, 412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004.

[20] 林洁清,陈月美,张秀美.仰、俯卧位交替在新生儿呼吸衰竭机械通气中的应用[J].现代医药卫生,2007,23(19):2940-2941. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2007.19.087.  
Lin JQ, Chen YM, Zhang XM. Impact of supine position alternating prone position on neonates with respiratory failure [J]. J Mod Med Health, 2007, 23 (19): 2940-2941. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2007.19.087.

[21] 孙庆文,朱满桂,席寅,等.俯卧位通气对合并间质性肺病的急性呼吸窘迫综合征患者呼吸动力学和预后的影响[J].中华危重病急救医学,2015,27(10):785-790. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.10.001.  
Sun QW, Zhu MG, Xi Y, et al. Effect of prone position ventilation on respiratory mechanics and prognosis in patients with acute respiratory distress syndrome concurrent with interstitial lung disease [J]. Chin Crit Care Med, 2015, 27 (10): 785-790. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.10.001.

(收稿日期:2017-12-15)