

• 基础护理 •
• 论 著 •

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

王本金^{1,2}, 江智霞³, 陈俊希^{1,2}, 陈红艳^{1,2}, 何利燕^{1,2}, 李晓娟¹

摘要:目的 探讨腹部悬空俯卧位机械通气对中重度急性呼吸窘迫综合征患者肺顺应性、氧合功能及俯卧位相关不良事件的影响。方法 将 68 例中重度急性呼吸窘迫综合征患者随机分为对照组和试验组各 34 例。对照组采用常规俯卧位通气, 试验组以凝胶体位垫辅助进行腹部悬空俯卧位通气, 比较两组俯卧位通气前, 通气 4、8、12 h 及通气后 4 h 的肺顺应性、氧合指标及俯卧位相关不良事件发生率。结果 不同时间点试验组潮气量、平台压、肺顺应性、 PaO_2 、 PaCO_2 、 SpO_2 、氧合指数显著优于对照组(处理效应均 $P < 0.05$); 试验组眼部并发症发生率显著低于对照组($P < 0.05$)。结论 腹部悬空俯卧位机械通气有利于改善中重度急性呼吸窘迫综合征患者肺顺应性及氧合功能。

关键词:急性呼吸窘迫综合征; 重症监护; 俯卧位; 机械通气; 腹部悬空; 肺顺应性; 氧合功能; 压力性损伤

中图分类号:R473.5 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2024.13.052

Effect of mechanical ventilation in prone position with abdominal suspension on pulmonary compliance and oxygenation function in ARDS patients

Wang Benjin, Jiang Zhixia, Chen Junxi, Chen Hongyan, He Liyan, Li Xiaojuan. Nursing Department, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China

Abstract: **Objective** To explore the effects of mechanical ventilation in prone position with abdominal suspension on pulmonary compliance, oxygenation function and prone position-related adverse events in patients with moderate-to-severe acute respiratory distress syndrome (ARDS). **Methods** A total of 68 patients with moderate-to-severe ARDS were randomly divided into 34 cases each in the control group and the experimental group. The control group was ventilated in the conventional prone position, and the experimental group was ventilated in the prone position with abdominal suspension assisted by gel position pads. The pulmonary compliance, oxygenation index and the incidence of prone position-related adverse events were compared between the two groups before prone position ventilation, at 4, 8, and 12 h of the ventilation, and at 4 h of post-ventilation. **Results** Tidal volume, plateau pressure, pulmonary compliance, PaO_2 , PaCO_2 , SpO_2 , and oxygenation index of the experimental group were significantly better than those of the control group in the different time points (all $P < 0.05$); the ocular complications in the experimental group was significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Mechanical ventilation in the prone position with abdominal suspension is conducive to improving pulmonary compliance and oxygenation function in patients with moderate-to-severe ARDS.

Keywords: acute respiratory distress syndrome; intensive care; prone position; mechanical ventilation; abdominal suspension; pulmonary compliance; oxygenation function; pressure injury

急性呼吸窘迫综合征(Acute Respiratory Distress Syndrome, ARDS)是一种由感染、休克、创伤等多种因素引起的短时间内发作的急性、弥漫性、炎症性肺损伤, 是一种以顽固性低氧血症为显著特征的危重症^[1]。调查显示, 我国 ARDS 的发病率为 8.1%, 中重度 ARDS 的 ICU 病死率和住院病死率分别为 32.7% 和 60.0%^[2]。研究表明, 俯卧位通气可以减少膈肌和心脏对肺的压迫, 改善 ARDS 患者血流/通气比值和重力依赖区通气, 达到改善缺氧症状的目的

的^[3-5]。但俯卧位作为非生理性体位, 可引起腹内压上升、膈肌上抬, 降低前胸廓顺应性, 导致心脏受压, 最终影响肺顺应性。研究表明, 稳定期 COPD 患者在俯卧位时悬空腹部, 可改善膈肌的运动能力, 减轻心脏负荷, 从而达到提高肺顺应性的效果^[6]。但目前腹部悬空俯卧位通气在 ARDS 患者中尚未引起重视。本研究通过在中重度 ARDS 患者中实施腹部悬空俯卧位通气, 探讨俯卧位通气前后 ARDS 患者呼吸力学及氧合指标的变化。报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用便利抽样方法, 选取 2023 年 3—8 月入住遵义医科大学附属医院综合重症监护病房的 68 例中重度 ARDS 患者为研究对象。纳入标准: ①符合中重度 ARDS 诊断标准^[7]; ②年龄 ≥ 18 岁; ③预估俯卧位通气持续时间 > 12 h; ④家属或患

作者单位: 遵义医科大学附属医院 1. 护理部 2. 重症医学科(贵州 遵义, 563000); 3. 贵州护理职业技术学院

王本金: 男, 本科, 主管护师, 870696375@qq.com

通信作者: 李晓娟, 20739592@qq.com

科研项目: 贵州省遵义市科技局计划[遵市科合 HZ 字(2021)154 号]

收稿: 2023-12-24; 修回: 2024-03-20

者知情同意。排除标准:①围生期妇女;②严重血流动力学不稳定;③躯体存在不稳定骨折;④腹部开放性创伤和颅内压升高。采用随机数字表法将患者分为对照组和试验组各 34 例。两组一般资料比较,见

表 1。本研究采取单盲,仅研究对象不知晓组别及干预方案。本研究已通过医院伦理委员会审批(KLL-2022-651)。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄	BMI	Braden 评分	RASS 评分	ARDS 严重程度(例)	
		男	女	[岁, $M(P_{25},P_{75})$]	[kg/m ² , $M(P_{25},P_{75})$]	(分, $\bar{x}\pm s$)	(分, $\bar{x}\pm s$)	中度	重度
对照组	34	20	14	58.00(52.00,66.50)	22.74(20.98,23.83)	10.23 $\pm$ 1.30	-3.38 $\pm$ 0.60	15	19
试验组	34	25	9	53.50(50.75,62.25)	23.24(22.16,25.07)	10.44 $\pm$ 0.99	-3.53 $\pm$ 0.51	12	22
统计量		$\chi^2=1.643$		$Z=1.585$	$Z=1.288$	$t=0.799$	$t=1.088$	$\chi^2=0.553$	
P		0.200		0.113	0.198	0.427	0.281	0.457	

注:RASS 为 Richmond 躁动-镇静评估表(Richmond Agitation-Sedation Scale)。

1.2 方法

1.2.1 干预方法

1.2.1.1 对照组 采用常规俯卧位方式,通过“糖果法”^[8]将患者翻转。患者取俯卧位,将软枕垫于头下,呈游泳者体位。即一侧手臂向头顶方向前伸,前伸时保持肩部 80°的外展及肘部 90°的屈曲,掌中可放置卷曲的毛巾,保持掌指关节功能位;另一侧手臂放于身侧并尽量保持功能位,患者面部朝向前伸手臂侧。用 1 个软枕垫于头偏向侧胸前,达到悬空患者人工气道的目的,再用 1 个软枕垫于同侧髋部,四肢均以软枕适当抬高。2 h 更换 1 次头面部位置,上肢位置摆放随头面部位置变化而交换。于骨隆突处及易受压部位使用泡沫敷料,遵医嘱使用镇静镇痛药,维持患者 RASS 评分-4~-3 分。俯卧位持续时间由管床医生根据患者病情及耐受情况确定。

1.2.1.2 试验组 采用以下 5 种凝胶体位垫(均由济南驰元生物科技有限公司生产)进行俯卧位支撑。①俯卧位头垫(31 cm×27 cm×17 cm):为双层设计,接触面部部分为高分子凝胶材质,下层底盘为 PE 材质,底盘 4 个角设有调节螺栓,可调节产品高度,额头部分设有可调节托盘,旋转螺栓调节额头与下颚之间距离,满足不同面部需求,用于俯卧位时头面部的支撑保护。②上肢垫(50 cm×15 cm×4 cm):采用凹型设计,高分子凝胶材质,用于俯卧位时患者上肢的支撑保护。③胸腹支撑垫(67 cm×40 cm×15 cm):采用分体式设计,产品由 4 块垫子组合而成,可根据患者体型大小进行调节,用于俯卧位时患者胸腹的支撑保护。④膝关节垫(60 cm×15 cm×6 cm):采用凹型设计,用于俯卧位时患者膝关节的支撑保护。⑤半圆形垫(50 cm×15 cm×10 cm):采用半圆形设计,用于俯卧位时患者下肢的支撑保护。护士分别将胸腹支撑垫以布袋包裹置于左右侧胸、腹部(胸、下腹部各 2 块),并调整,使腹部悬空。头垫置于头颈下,悬空人工气道,患者呈游泳者体位,两侧上肢以上肢垫支撑。双侧膝关节置于膝关节垫上,双下肢踝关节处放置半圆形垫,使患者小腿处于屈曲 15°,避免脚趾受压。于骨隆突处及易受压部位使用泡沫敷料,翻身频率及俯卧位持续时间同对照组。

1.2.2 评价方法 ①肺顺应性指标:肺顺应性指单位

压力改变时所引起的肺容积的改变,代表胸腔压力改变对肺容积的影响^[9]。包含潮气量(Tidal Volume, VT)、平台压(Plateau Pressure, Pplat)、呼气末正压(Positive End-Expiratory Pressure, PEEP);肺顺应性=VT/(Pplat-PEEP)。②氧合指标:包括氧分压(PaO₂)、二氧化碳分压(PaCO₂)、氧合指数、血氧饱和度(SpO₂)。氧合指数=PaO₂/FiO₂。上述指标分别在俯卧位通气前,俯卧位通气 4 h、8 h、12 h 以及俯卧位通气结束后 4 h 由管床护士进行监测并收集。③俯卧位相关不良事件:包括压力性损伤、气管导管移位以及眼部并发症发生率。压力性损伤采用 2019 年国际指南推荐标准^[10]判断。由科室压力性损伤专业小组成员在结束俯卧位通气后进行判断。气管导管移位通过测量气管导管末端偏离门齿的距离获得。无移位,完全无变化;轻度移位,移位 在 0.5 cm 内;中度移位,移位 在 0.5~1.5 cm,不影响右肺通气;重度移位,移位 在 1.5 cm 以上,影响右肺通气^[11]。由管床护士进行判断,当患者出现重度移位时,立即结束俯卧位并处理。眼部并发症主要包括角膜炎、结膜炎、眼部外伤、缺血性视神经病变、视网膜血管阻塞及眼眶综合征等^[12],由管床医生在俯卧位通气结束后进行判断。

1.2.3 质量控制 组建以护理人员为主体的项目管理小组,包含 1 名护士长、1 名质控组长、10 名护理组长(5 个护理小组,每组 2 名组长)、5 名医生以及 2 名护理研究生。由课题负责人对其统一培训评价指标判断标准、评价时间和指标记录方式。护士长负责统筹协调和督导,质控组长负责全程质量控制,护士和医生负责实施干预方案,研究生负责数据收集和统计学分析。

1.2.4 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行统计分析。计量资料服从正态分布以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;不服从正态分布采用 $M(P_{25},P_{75})$ 表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验。重复测量资料比较采用重复测量的方差分析,分析前均行球形性检验,当不满足球形对称时以多变量结果为准。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组不同时间肺顺应性指标比较 见表 2。

2.2 两组不同时间氧合指标比较 见表 3。

表 2 两组不同时间肺顺应性指标比较

表 2 两组不同时间肺顺应性指标比较										$\bar{x} \pm s$
指标	组别	例数	通气前	通气 4 h	通气 8 h	通气 12 h	结束后 4 h	$F_{\text{时间}}$	$F_{\text{处理}}$	$F_{\text{交互}}$
VT(mL)	对照组	34	457.58±63.18	443.00±28.23	472.09±31.21	522.74±26.66	533.15±32.28	72.219 *	57.333 *	4.000 *
	试验组	34	478.06±91.54	500.29±35.69	529.76±33.66	551.41±32.12	570.56±28.01			
	t		1.073	7.342	7.326	4.006	5.104			
	P		0.287	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
Pplat (cmH ₂ O)	对照组	34	27.74±3.16	25.85±2.76	24.94±2.12	23.71±2.29	23.12±2.01	60.184 *	20.958 *	3.798 *
	试验组	34	28.26±2.96	25.21±2.57	22.59±2.31	21.85±2.49	21.12±2.35			
	t		0.714	1.000	4.378	3.195	3.774			
	P		0.478	0.321	<0.001	0.002	<0.001			
PEEP (cmH ₂ O)	对照组	34	8.03±2.28	8.41±1.69	8.44±2.19	7.29±1.53	6.41±1.28	12.442 *	0.268	2.644 *
	试验组	34	8.85±1.97	7.56±1.80	7.76±1.84	7.18±1.45	6.74±1.33			
	t		1.595	2.070	1.378	0.326	1.020			
	P		0.116	0.048	0.173	0.745	0.311			
肺顺应性 (mL/cmH ₂ O)	对照组	34	24.13±6.20	26.33±5.82	29.53±5.59	33.09±7.19	32.60±5.24	38.631 *	39.295 *	2.972 *
	试验组	34	25.37±6.33	29.26±5.84	33.15±6.95	39.20±9.27	41.28±9.26			
	t		0.816	2.072	2.360	3.038	4.759			
	P		0.418	0.042	0.021	0.003	<0.001			

注：* $P<0.05$ 。

表 3 两组不同时间氧合指标比较

表 3 两组不同时间氧合指标比较										$\bar{x} \pm s$
指标	组别	例数	通气前	通气 4 h	通气 8 h	通气 12 h	通气结束后 4 h	$F_{\text{时间}}$	$F_{\text{处理}}$	$F_{\text{交互}}$
PaO ₂ (mmHg)	对照组	34	68.67±4.74	78.11±6.10	88.11±6.10	96.36±3.31	96.19±5.34	490.728 *	25.014 *	1.565
	试验组	34	70.52±3.79	81.90±5.13	92.13±2.65	101.47±5.44	99.34±5.28			
	t		1.779	2.776	3.530	4.673	2.441			
	P		0.080	0.007	0.001	<0.001	0.017			
PaCO ₂ (mmHg)	对照组	34	43.83±5.59	41.17±4.93	39.55±4.11	37.50±4.67	35.66±3.60	35.967 *	5.919 *	1.176
	试验组	34	43.38±6.41	38.55±4.67	37.28±4.71	34.64±4.19	33.89±2.98			
	t		0.305	2.248	2.1151	2.664	2.211			
	P		0.762	0.028	0.038	0.010	0.031			
SpO ₂	对照组	34	0.82±0.03	0.89±0.02	0.94±0.04	0.95±0.03	0.95±0.03	279.681 *	25.357 *	3.551 *
	试验组	34	0.81±0.04	0.92±0.03	0.96±0.03	0.98±0.02	0.97±0.03			
	t		0.965	4.408	2.317	5.025	2.772			
	P		0.338	<0.001	0.024	<0.001	0.007			
氧合指数	对照组	34	102.39±19.44	142.77±25.63	197.05±50.64	224.41±32.63	235.82±48.78	252.692 *	26.781 *	2.048
	试验组	34	106.71±19.90	154.44±30.41	217.35±28.53	256.00±40.35	266.07±37.61			
	t		0.907	2.005	2.036	3.549	2.864			
	P		0.368	0.049	0.046	0.001	0.006			

注：* $P<0.05$ 。

2.3 两组压力性损伤、导管移位及眼部并发症发生率比较 见表 4。

表 4 两组压力性损伤、导管移位及眼部并发症发生率比较
例(%)

组别	例数	压力性损伤	气管移位	眼部并发症
对照组	34	6(17.65)	5(14.71)	8(23.53)
试验组	34	1(2.94)	1(2.94)	2(5.88)
χ^2		2.548	1.645	4.221
P		0.110	0.200	0.040

3 讨论

3.1 腹部悬空俯卧位通气有助于提高中重度 ARDS 患者肺顺应性 肺顺应性下降作为 ARDS 的主要病理生理改变,可导致气道压升高至危险水平,加重呼吸系统负担。目前,俯卧位通气已被证实在维持呼气末肺泡开放及改善肺部均一性方面具有重要作用,是治疗 ARDS 的重要措施^[13]。但俯卧位作为一种非生

理性体位,一定程度上可导致腹式呼吸受限,膈肌上抬,最终可能会导致肺顺应性受到不利影响。本研究结果表明,较实施俯卧位通气前,两组患者在俯卧位通气后各时间点的潮气量、平台压以及肺顺应性方面均有所改善,且试验组较对照组改善程度更为明显,提示试验组患者在俯卧位通气过程中获益更多,说明俯卧位通气悬空腹部可以减轻腹部受压和膈肌负担,扩大膈肌运动范围,提高肺顺应性。可能是由于对照组采用的常规俯卧位主要以侧俯为主,间断地交替位置,使开放的部分肺泡在变换位置后又出现塌陷,此时需要较高的呼气末正压才能维持长时间的肺泡开放和氧合^[14]。而试验组采用的腹部悬空主要以全俯为主,其肺泡处于持续开放状态,更利于肺顺应性的改善。

3.2 腹部悬空俯卧位通气有助于改善中重度 ARDS 患者氧合功能 本研究结果显示,两组患者 PaO₂、PaCO₂、SpO₂ 以及氧合指数随着体位改变的时间延

长而改善明显,说明持续俯卧位通气(>12 h)是 ARDS 有效的治疗策略,符合指南对于中度/重度 ARDS 机械通气患者,建议每天至少 12 h 俯卧位通气的推荐^[15]。相同体位变化下试验组患者俯卧位通气后各时间点的 PaO₂、PaCO₂、SpO₂ 以及氧合指数改善程度优于对照组。推测原因可能为:俯卧位通气虽然有效改善肺内均一性和复张重力依赖区,但会缩小肺部前-后直径,延长肺部头-尾直径,使腹腔内空间受限,导致腹内压升高^[16]。亦有研究显示,俯卧位通气也会显著增加重度 ARDS 患者的胃内压,最终影响患者氧合功能^[17]。而试验组患者在俯卧位时悬空腹部,一方面有助于减轻由于体位改变引起的腹腔内各器官的挤压程度,降低胃内压,从而达到减轻膈肌负担,增加膈肌活动范围、减轻呼吸受限的目的;另一方面,腹部悬空俯卧位可减轻体位改变导致的血流动力学不良代偿反应,而对 ARDS 患者而言,稳定的血流动力学对于维持良好的血流通气比值、改善氧合功能具有重要意义^[18]。

3.3 凝胶垫的使用可降低眼部并发症 压力性损伤、气管插管移位以及眼部并发症是俯卧位通气治疗过程中的护理难点,其发生的可能性与严重程度随着俯卧位时间的延长而增加^[19-20]。本研究结果显示,试验组眼部并发症发生率显著低于对照组($P<0.05$),可能是由于试验组采用悬空头面的设计,更有利于避免眼部受压。而且凝胶垫具备弹性和分散压力的优点。但两组患者压力性损伤与气管插管移位发生率比较,差异无统计学意义(均 $P>0.05$),可能与观察例数较少有关。

4 结论

本研究通过采用凝胶体位垫为 ARDS 患者实施腹部悬空俯卧位通气,通过降低腹内压、减轻膈肌负担,扩大膈肌活动范围达到提高肺顺应性、改善氧合功能的目的;与此同时,凝胶体位垫因其材质特殊,具备弹性和分散压力的优点,可有效降低眼部并发症的发生,改善患者治疗体验。本研究的不足之处在于,样本量有限且为单中心研究,今后应开展多中心、大样本量研究,探索其远期效应。

参考文献:

- [1] Thompson B T, Chambers R C, Liu K D. Acute respiratory distress syndrome[J]. N Engl J Med, 2017, 377(6): 562-572.
- [2] Liu L, Yang Y, Gao Z W, et al. Practice of diagnosis and management of acute respiratory distress syndrome in mainland China: a cross-sectional study[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(9): 5394-5404.
- [3] Gattinoni L, Carlesso E, Taccone P, et al. Prone positioning improves survival in severe ARDS: a pathophysiologic review and individual patient meta-analysis[J]. Minerva Anestesiologica, 2010, 76(6): 448-454.
- [4] 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.

- [5] 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.
- [6] 郭卫东. 俯卧位呼吸时是否悬空腹部对稳定期 COPD 患者呼吸动力学的影响[D]. 广州: 广州医科大学, 2017.
- [7] ARDS Definition Task Force, Ranieri V M, Rubenfeld G D, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition[J]. JAMA, 2012, 307(23): 2526-2533.
- [8] 吕红,冯萍. 1 例危重型新型冠状病毒肺炎患者应用“糖果翻身法”行俯卧位通气治疗的护理[J]. 中华护理杂志, 2020, 55(特刊): 660-662.
- [9] 李秀勇,于兰. 胸肺顺应性监测在心脏外科的临床意义[J]. 华北煤炭医学院学报, 2011, 3(13): 334-335.
- [10] European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: quick reference guide[M]. 3rd ed. EPUAP/NPIAP/PPPIA, 2019: 1-46.
- [11] 李文秀,陈晓洁,张颖洁,等. 自制气管导管固定带在预防非计划性拔管中的循证实践[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(3): 311-314.
- [12] Sansome S G, Lin P F. Eye care in the intensive care unit during the COVID-19 pandemic[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2020, 81(6): 1-10.
- [13] 张华伟,王耀丽,张鹏,等. 俯卧位通气改善重度急性呼吸窘迫综合征氧合的临床分析[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2018, 11(1): 78-81.
- [14] 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.
- [15] Fan E, Del Sorbo L, Goligher E C, et al. An official American thoracic society/European society of intensive care medicine/society of critical care medicine clinical practice guideline: mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2017, 195(9): 1253-1263.
- [16] De Laet I E, Malbrain M L N G, De Waele J J. A Clinician's guide to management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in critically ill patients[J]. Crit Care, 2020, 24(1): 97.
- [17] 朱仕涛,李雯静,刘川,等. 重度急性呼吸窘迫综合征患者俯卧位通气前后胃内压的变化[J]. 护理学杂志, 2022, 37(6): 34-37.
- [18] Izquierdo-Alonso J L, Rodriguez-González-moro J M, de Lucas-Ramos P, et al. Prevalence and characteristics of three clinical phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease (COPD)[J]. Respir Med, 2013, 107(5): 724-731.
- [19] Jové Ponseti E, Villarrasa Millán A, Ortiz Chinchilla D. Analysis of complications of prone position in acute respiratory distress syndrome: quality standard, incidence and related factors[J]. Enferm Intensiva, 2017, 28(3): 125-134.
- [20] 陈秋婷,钟美容,黎景徽,等. 俯卧位通气患者眼部并发症风险管理的研究进展[J]. 护士进修杂志, 2022, 37(23): 2124-2127.