

• 循证医学 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.24.020

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20221015.0952.002.html\(2022-10-17\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20221015.0952.002.html(2022-10-17))

肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术患者呼吸参数影响的 meta 分析*

徐迎雪^{1,2}, 张栋斌², 司尚坤¹, 刘宁宁², 张维亮², 迟永良^{2△}

(1. 山东中医药大学, 济南 250000; 2. 山东中医药大学附属医院麻醉科, 济南 250014)

[摘要] **目的** 系统评价肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术患者呼吸参数的影响。**方法** 通过检索中国知网、维普资讯中文期刊服务平台、中国生物医学文献服务系统、万方医学网、Embase、PubMed、Cochrane 临床试验中心注册库等数据库, 纳入有关肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术患者呼吸参数影响的随机对照试验(RCT), 检索年限为建库至 2021 年 12 月, 使用 RevMan5.3 软件进行 meta 分析。**结果** 最终纳入 15 篇 RCT 文献, 共 864 例患者, 其中肺保护性通气组(试验组)432 例, 常规通气组(对照组)432 例。试验组患者术中氧合指数(OI)、动脉血二氧化碳分压均明显高于对照组, 气道峰压(P_{peak})明显低于对照组, 差异均有统计学意义[均数差=19.42、1.64、-3.33, 95%可信区间(95%CI): 7.03~31.82、0.12~3.16、-5.03~-1.64, P=0.002 0、0.030 0、0.000 1]; 两组患者肺顺应性、术后肺部并发症发生率、肺外并发症发生率比较, 差异均无统计学意义(均数差/优势比=3.19、0.68、1.00, 95%CI: -2.35~8.73、0.41~1.12、0.36~2.77, P=0.260 0、0.310 0、0.990 0)。**结论** 脊柱手术中肺保护性通气策略可改善患者术中氧和, 减轻气道压力损伤, 但可能存在相应的通气不足, 术后并发症发生率未见明显差异。

[关键词] 脊柱手术; 肺保护性通气; 随机对照试验; 系统评价

[中图分类号] R614.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2022)24-4246-06

Meta analysis on effect of lung-protective ventilation strategies on respiratory parameters in patients undergoing prone spinal surgery*

XU Yingxue^{1,2}, ZHANG Dongbin², SI Shangkun¹, LIU Ningning², ZHANG Weiliang², CHI Yongliang^{2△}

(1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong 250000, China;

2. Department of Anesthesia, Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong 250014, China)

[Abstract] **Objective** To systematically evaluate the effects of lung-protective ventilation strategies on the respiratory parameters in the patients undergoing prone spinal surgery. **Methods** The databases of CNKI database, Chinese Science and Technology Periodical Database, Chinese Biomedical Literature Database, Wanfang Medicine network, Embase, PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), etc. were retrieved to obtain the randomized controlled trials (RCTs) on the effects of lung-protective ventilation strategies on the respiratory parameters in the patients undergoing prone spinal surgery. The retrieval period was from the date of database establishment to December 2021, and the meta analysis was performed by using RevMan 5.3 statistical software. **Results** Fifteen RCTs with 864 patients were included, including 432 cases in the lung-protected ventilation group and 432 cases in the conventional ventilation group. The intraoperative oxygenation index (OI) and partial pressure of arterial carbon dioxide (PaCO₂) in the lung-protected ventilation group were significantly higher those in the conventional ventilation group, the peak airway pressure (P_{peak}) was significantly lower than that in the conventional ventilation group, and the differences were statistically significant [MD=19.42, 1.64, -3.33; 95%CI: 7.03-31.82, 0.12-3.16, (-5.03)-(-1.64), P=0.002 0, 0.030 0, 0.000 1]. There was no statistically significant difference in the lung compliance (C_{dyn}), incidence rates of postoperative pulmonary complications and extrapulmonary complications between the two groups [MD=3.19, 0.68, 1.00; 95%CI: (-2.35)-8.73, 0.41-1.12, 0.36-2.77, P=0.260 0, 0.310 0,

* 基金项目: 山东省自然科学基金面上项目(ZR2021MH168)。 作者简介: 徐迎雪(1986-), 主治医师, 硕士, 主要从事肺保护的研究。

△ 通信作者, E-mail: 15553156588@163.com。

0.990 0]。 **Conclusion** The lung-protective ventilation strategy in spinal surgery can improve intraoperative oxygenation of the patients, reduce the airway pressure injury, but the corresponding hypoventilation may exist and postoperative complication occurrence rate has no obvious difference.

[Key words] spinal surgery; lung-protective ventilation; randomized controlled trial; systematic evaluation

机械通气是全身麻醉手术中为患者给予呼吸支持的主要手段。为维持术中氧和及减少术后肺不张,常采取较大潮气量的传统机械通气方式,而吸气峰压升高、大潮气量等因素产生的机械应力作用于肺组织有引起肺损伤的风险^[1],且高胸内压可增加右心后负荷并影响右心功能^[2]。而俯卧位脊柱手术由于胸部扩张受限、腹式呼吸受阻和脊柱压迫等常伴气道压力升高,呼吸顺应性降低,更容易造成呼吸机相关肺损伤^[3-4]。2019 年国际专家共识推荐术中实施肺保护性通气策略,包括潮气量(Vt)6~8 mL/kg[份数体重(PBW)]、呼气末正压(PEEP)通气及肺复张手法等,可降低术后肺部并发症发生率^[5]。熊伟等^[6]发现,肺保护性策略可降低气道压并改善术中氧和。但目前肺保护性通气策略与传统通气策略对比用于俯卧位腰椎手术患者的研究相对较少见,也缺乏大样本、多中心研究。因此,本研究依据循证医学理论,搜集整理符合纳入标准的随机对照试验(RCT)进行 meta 分析,评价肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术呼吸参数及术后并发症的影响,以期为临床决策提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

检索中国知网、维普资讯中文期刊服务平台、中国生物医学文献服务系统、万方医学网、Embase、PubMed、Cochrane 临床试验中心注册库等数据库中有关肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术患者呼吸参数影响的 RCT 文献作为研究对象。纳入标准:(1)研究设计类型为肺保护性通气策略对俯卧位脊柱手术患者呼吸参数影响的 RCT,无论是否采用盲法;(2)研究对象为择期行全身麻醉俯卧位脊柱外科手术患者,性别不限,年龄大于或等于 18 岁,且近期无呼吸衰竭病史,无严重肥胖、严重肺大疱、神经肌肉疾病,以及心、肺、肝、肾、血液系统等严重疾患,签订知情同意书;(3)干预措施为试验组接受小潮气量通气联合 PEEP 通气,伴或不伴间断性肺复张的肺保护性通气策略,对照组采用大潮气量通气的常规通气策略;(4)结局指标为氧合指数(OI)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、气道峰压(P_{paek})、肺顺应性(Cldyd)、术后肺部及肺外并发症发生率等。排除标准:(1)试验组为个体化滴定 PEEP 通气,对照组为固定 PEEP 通气的文献或为小潮气量通气的文献;(2)其他药物或干预方法进入研究的文献;(3)非脊柱手术的文献;(4)

非俯卧位手术的文献;(5)非 RCT、系统评价、会议或综述、机制研究及动物实验的文献;(6)重复文献,无法获得原文或结局指标不完善的文献。

1.2 方法

1.2.1 检索策略

检索中国知网、维普、中国生物医学文献数据库、万方医学、Embase、PubMed、Cochrane 临床试验中心注册库等数据库,检索时间从建库至 2021 年 12 月。中文检索词包括小潮气量、呼气末正压、保护性肺通气、肺保护性通气、脊柱手术、腰椎手术等;英文检索词包括 low tidal volume、PEEP、lung protective ventilation、spine surgery、spinal surgery 等。遵循 Cochrane 协作网要求进行文献检索。

1.2.2 文献筛选与资料提取

使用 NoteExpress v3.4.0 管理文献,并采用 Office Excel 2019 软件进行文献筛选并制作数据提取表格进行资料提取。由 2 名研究人员独立对检索的文献通过阅读标题、摘要按纳入与排除标准进行初筛,然后进一步阅读全文进行第 2 次筛选。提取包括第一作者姓名、文献发表时间、样本容量、研究基线水平、干预和对照措施,以及观察指标在内的信息,由 2 名研究人员独立交叉核对评价,当出现分歧时由第三方评价者参与并讨论仲裁。

1.2.3 文献质量评价

使用 Cochrane Handbook 5.1.0 手册及偏倚风险评估工具对纳入研究进行方法学质量评价,包括随机序列的生成、分配隐藏、研究及受试者施盲、结局盲法评价、结局数据的完整性、选择性报告研究结果、其他偏倚来源等。每一项偏倚风险均为分 3 个等级,即低风险、不清楚和高风险。文献评价由 2 名评价者独立进行,完成后交叉核对,出现分歧争议时由第三方评价者参与并讨论仲裁。

1.3 统计学处理

采用 RevMan 5.3 软件进行数据分析。二分类变量采用优势比(OR)及其 95% 可信区间(95% CI)进行统计描述和效应量合并;连续变量采用均数差(MD)或标准均数差(SMD)及其 95% CI 进行统计描述。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。各纳入研究异质性检验采用 Cochrane Q 检验,计算 I^2 值。若研究间无统计学异质性($I^2 \leq 50\%$, $P \geq 0.10$),选择固定效应模型进行 meta 分析;若存在统计学异质性($I^2 >$

50%, $P < 0.10$) 需进一步进行敏感性分析, 寻找异质性来源; 若无明显临床异质性则选用随机效应模型进行 meta 分析; 如果异质性较大则不进行 meta 分析, 只进行描述性分析。文献数量足够时使用漏斗图进行是否存在发表偏倚的判断。

2 结 果

2.1 文献筛选流程及基本特征

检索获得相关文献共 224 篇, 剔除 41 篇重复文献, 进一步阅读题目及摘要剔除不符合纳入标准文献 160 篇, 再经阅读全文剔除不符合纳入标准文献 8 篇, 最终纳入文献 15 篇^[6-20], 共 864 例患者, 其中试验组 432 例, 对照组 432 例。纳入文献基本特征见表 1。

表 1 纳入文献基本特征

文献来源	样本量(n)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		体重指数($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	
	试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
WANG 等 ^[8]	32	32	69.4±3.0	68.8±2.2	23.9±1.7	24.0±1.5
SOH 等 ^[9]	39	39	73.7±3.5	71.3±4.6	24.7±3.3	24.7±3.7
MEMTSOUDIS 等 ^[7]	13	13	60.0±15.0	50.0±12.0	28.0±5.0	27.0±5.0
于伟凡 ^[14]	30	30	61.0±4.0	61.0±3.0	23.3±0.6	23.5±0.3
周泓屹等 ^[18]	20	20	49.0±11.0	48.0±12.0	未提及	未提及
唐婷等 ^[20]	20	20	56.2±9.9	55.6±14.0	23.8±2.9	24.5±2.3
沙彦秀 ^[19]	30	30	69.8±2.5	69.8±2.6	23.4±1.9	22.9±1.7
熊伟等 ^[6]	30	30	59.5±10.2	59.3±10.3	23.8±2.0	24.9±2.5
耿红芳等 ^[15]	34	34	76.4±6.7	75.9±8.1	64.8±5.6	74.6±6.7
肖鹏等 ^[10]	30	30	54.3±5.5	52.6±6.4	27.1±3.7	26.2±4.5
葛叶盈等 ^[11]	30	30	77.0±6.0	75.0±8.0	62.0±8.0	57.0±10.0
陈一林等 ^[13]	41	41	49.4±1.1	49.3±1.4	未提及	未提及
陈莹等 ^[17]	49	49	73.0±5.8	73.0±6.1	26.3±3.2	25.2±3.9
高洁等 ^[16]	14	14	66.9±7.4	66.1±7.1	58.8±6.0	60.0±5.5
李军等 ^[12]	20	20	68.7±3.1	68.2±3.3	65.9±8.6	67.3±7.4

文献来源	干预措施		结局指标
	试验组	对照组	
WANG 等 ^[8]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O、肺复张(RMs)(每 30 分钟)	Vt 8 mL/kg	②
SOH 等 ^[9]	Vt 6 mL/kg, PEEP 6 cm H ₂ O, RMs	Vt 10 mL/kg	③⑤⑥
MEMTSOUDIS 等 ^[7]	Vt 6 mL/kg, PEEP 8 cm H ₂ O	Vt 12 mL/kg	②③⑤⑥
于伟凡 ^[14]	Vt 6 mL/kg, PEEP 4 cm H ₂ O, RMs(每 1 小时)	Vt 10 mL/kg	①②③④
周泓屹等 ^[18]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O	Vt 10 mL/kg	①③④
唐婷等 ^[20]	Vt 6~8 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O, RMs(每 30 分钟)	Vt 8 mL/kg	①②③④⑤⑥
沙彦秀 ^[19]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O	Vt 8 mL/kg	①②③④⑤⑥
熊伟等 ^[6]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O, RMs(每 30 分钟)	Vt 10 mL/kg	①②③
耿红芳等 ^[15]	Vt 6 mL/kg, PEEP 10 cm H ₂ O, RMs(每 15 分钟)	Vt 10~12 mL/kg	①③⑤
肖鹏等 ^[10]	Vt 6~8 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O, RMs(每 30 分钟)	Vt 10 mL/kg	①⑤⑥
葛叶盈等 ^[11]	Vt 6 mL/kg, PEEP 10 cm H ₂ O, RMs(每 15 分钟)	Vt 10~12 mL/kg	①②⑤
陈一林等 ^[13]	Vt 6~8 mL/kg, PEEP 6~8 cm H ₂ O, RMs(每 30 分钟)	Vt 10~12 mL/kg	①②③④
陈莹等 ^[17]	Vt 5~6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O, RMs(每 30 分钟)	Vt 10~12 mL/kg	①②③④⑤
高洁等 ^[16]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O	Vt 10 mL/kg	①③⑤
李军等 ^[12]	Vt 6 mL/kg, PEEP 5 cm H ₂ O	Vt 10 mL/kg	①②③④

1 cm H₂O=0.098 kPa; ①OI; ②PaCO₂; ③Ppaek; ④Cldyd; ⑤肺部并发症; ⑥肺外并发症。

2.2 质量评价

15 篇文献中提及运用随机分配 13 篇^[6-12, 14, 16-20],

使用随机数字表法 4 篇^[8, 10, 14, 20], 使用计算机产生随机分组 4 篇^[6-7, 9, 11], 仅提及随机 5 篇^[12, 16-19], 未描述随

机序列的生成。提及分配隐藏 2 篇^[7,9],但无具体方法;提及使用盲法 4 篇^[7-10],其余文献均未提及对研究及实施者设盲。提及退出及原因 2 篇^[7-8],提及失访情况 3 篇^[7-9],提及对结局评价者设盲 3 篇^[7-8,10],其余文献未提及对结局评价者设盲及退出、失访情况。15 篇文献组间基线水平一致。采用 Cochrane 协作网推荐的偏倚风险评估工具评价纳入研究质量较低。见图 2。

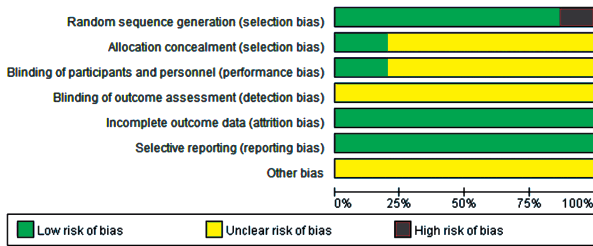


图 2 纳入研究偏倚风险

2.3 meta 分析结果

(1)OI: 9 篇文献^[6,11-15,17,19,20] 研究结局指标有 OI,其中试验组 250 例,对照组 250 例。各研究间存在统计学异质性($I^2=97\%$, $P=0.00001$),进行敏感性分析排除 1 篇文献^[15]后各研究间中度统计学异质性($I^2=62\%$, $P=0.009000$),采用随机效应模型进行 meta 分析。试验组患者术中 OI 明显高于对照组,差异有统计学意义($MD=19.42$, $95\%CI:7.03\sim 31.82$, $P=0.002000$)。排除 1 篇文献^[15]后 meta 分析结果与未排除前 meta 分析结果未见明显变化,敏感性低,结果可信。(2)PaCO₂: 12 篇文献^[6-8,10-11,13-14,16-20]研究结局指标包含了术中 PaCO₂,其中试验组 339 例,对照组 339 例。各研究间存在统计学异质性($I^2=93\%$, $P=0.000010$),采用排除法逐篇文献排除进行敏感性分析,与未排除前结果比较未见明显变化,故采用随机效应模型进行 meta 分析。试验组患者术中 PaCO₂ 明显高于对照组,差异有统

计学意义($MD=1.64$, $95\%CI:0.12\sim 3.16$, $P=0.030000$)。(3)Ppaek: 11 篇文献^[6,7,9,12-14,16-20] 研究结局指标包含了术中俯卧位下 Ppaek,其中试验组 306 例,对照组 306 例。各研究间存在统计学异质性($I^2=96\%$, $P=0.000010$),采用排除法逐篇文献排除进行敏感性分析,与未排除前结果比较未见明显变化,故采用随机效应模型进行 meta 分析。试验组患者术中俯卧位下 Ppaek 明显低于对照组,差异有统计学意义($MD=-3.33$, $95\%CI:-5.03\sim -1.64$, $P=0.000010$)。(4)Cldyd: 8 篇文献^[12-15,17-20] 研究结局指标包含了术中俯卧位下 Cldyd,其中试验组 244 例,对照组 244 例。各研究间存在统计学异质性($I^2=99\%$, $P=0.000010$),采用排除法逐篇文献排除进行敏感性分析,与未排除前结果比较未见明显变化,故采用随机效应模型进行 meta 分析。两组患者术中俯卧位下 Cldyd 比较,差异无统计学意义($MD=3.19$, $95\%CI:-2.35\sim 8.73$, $P=0.260000$)。(5)术后并发症: 9 篇文献^[7,9-11,15-17,19-20] 研究结局指标包含了明确数量的术后并发症发生例数。9 篇文献^[7,9-11,15-17,19-20] 研究均提及肺部并发症。各研究间存在统计学异质性($I^2=69\%$, $P=0.001000$),进行敏感性分析排除 1 篇文献^[15]后各研究间无统计学异质性($I^2=34\%$, $P=0.160000$),采用固定效应模型进行 meta 分析。两组患者术后肺部并发症发生率比较,差异无统计学意义($OR=0.68$, $95\%CI:0.41\sim 1.12$, $P=0.130000$);5 篇文献^[7,9-10,19-20] 提及肺外并发症,各研究间无统计学异质性($I^2=0\%$, $P=0.740000$),采用固定效应模型进行 meta 分析。两组患者术后肺部并发症发生率比较,差异无统计学意义($OR=1.00$, $95\%CI:0.36\sim 2.77$, $P=1.000000$)。提示肺保护性通气策略术后并发症较常规通气策略发生率无明显降低($OR=0.73$, $95\%CI:0.47\sim 1.15$, $P=0.170000$)。见表 2。

表 2 meta 分析结果

观察指标	干预内容	异质性检验		效应模型	meta 分析结果		
		P	I ² (%)		MD/OR	95%CI	P
OI ^[6,11-14,17,19-20]	肺保护性通气、常规通气	0.009 000	62	随机	19.42	7.03~31.82	0.002 000
PaCO ₂ ^[6-8,10-11,13-14,16-20]	肺保护性通气、常规通气	0.001 000	93	随机	1.64	0.12~3.16	0.030 000
Ppaek ^[6-7,9,12-14,16-20]	肺保护性通气、常规通气	0.001 000	96	随机	-3.33	-5.03~-1.64	0.000 100
Cldyd ^[12-15,17-20]	肺保护性通气、常规通气	0.001 000	96	随机	3.19	-2.35~8.73	0.260 000
肺部并发症 ^[7,9-11,16-17,19-20]	肺保护性通气、常规通气	0.160 000	34	固定	0.68	0.41~1.12	0.130 000
肺外并发症 ^[7,9-10,19-20]	肺保护性通气、常规通气	0.740 000	0	固定	1.00	0.36~2.77	1.000 000

2.4 亚组分析

以 OI 为指标的亚组分析显示,小潮气量通气、

PEEP 通气伴肺复张手法^[6,11,13-15,17,20] 各研究间存在统计学异质性($I^2=93\%$, $P=0.000010$),不伴肺复

张手法^[12,19]各研究间无统计学异质性($I^2=0\%$, $P=0.670\ 000$),合并进行亚组分析,各研究间存在轻度统计学异质性($I^2=37.1\%$, $P=0.210\ 000$)。

2.5 发表偏倚

纳入文献存在一定的发表偏倚,其中 1 篇^[11]偏移较大,可能影响了 meta 分析结果的可靠性。见图 3。

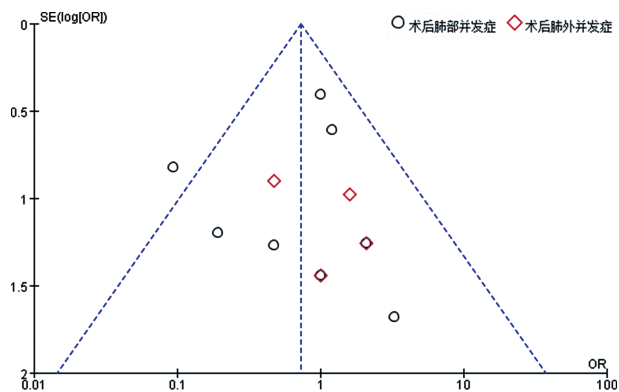


图 3 两组患者术后并发症发生率偏移漏斗图

3 讨论

本研究结果显示,肺保护性通气策略在俯卧位脊柱手术中应用的临床研究以中国多见,且均在麻醉科。该通气策略可改善俯卧位脊柱手术中氧和,降低 P_{paek},但可能存在相应的通气不足,且术后并发症发生率未见明显差异。

机械通气是全身麻醉术中为患者进行呼吸支持的主要手段。为维持术中氧和、减少术后肺不张,常采取较大潮气量的传统机械通气方式,而吸气峰压升高、大潮气量等因素产生的机械应力作用于肺组织,使促分裂原活化蛋白激酶、转化生长因子- β 、丝/苏氨酸蛋白激酶 B 等信号通路激活,产生大量白细胞介素、整合素等促炎性细胞因子,从而引起肺损伤的风险升高^[4-5]。而俯卧位脊柱手术由于胸部扩张受限、腹式呼吸受阻和脊柱压迫等常伴气道压力升高,呼吸顺应性降低,伴随氧和功能下降和肺换气功能受损,更容易造成呼吸机相关肺损伤^[3-4]。

本研究纳入文献的干预措施为小潮气量通气、PEEP 联合或未联合间断肺复张手法。小潮气量是肺保护性通气策略的重要组成部分。一项接受心脏手术的 RCT 发现,小潮气量通气(6 mL/kg PBW)较传统潮气量通气(12 mL/kg PBW)会降低围术期肺部并发症发生率、气道压力性损伤及肺内分流风险^[21]。但小潮气量通气策略通常联合至少 5 cm HO₂ 的 PEEP,如仅采取小潮气量通气,肺保护方面带来的益处可能会丧失,有研究表明,小潮气量通气不联合或仅联合低水平 PEEP 会增加肺炎发生率及术后 30 d 病死率^[22-23]。多项 RCT 发现,腹腔镜手术中机械通气时采用 5 cm HO₂ 的 PEEP 可改善氧和、减少术中

肺不张并增加 Cldyd^[24-26]。

肺复张是通过维持高于常规潮气量的容量 20~30 s,使尽可能多的肺单位产生较大的生理膨胀,以尽可能实现所有肺单位完全复张的方法。有研究表明,在腹部手术、Trendelenber 体位的手术中使用肺复张手法可增加术中氧和^[27-28]。然而这些益处均是短暂的,肺复张后 40 min 会再发肺不张^[29]。PARK 等^[30]发现,在腹腔镜手术中与辅助小潮气量、适当 PEEP 通气策略比较,肺复张手法辅助常规通气策略的围术期肺部并发症发生率更高,术中血氧更低。所以,肺复张辅助小潮气量通气、PEEP 时产生的肺保护作用更为显著,在改善术中氧和的同时降低了术中 P_{paek},为俯卧位脊柱手术中肺保护提供了思路。

本研究纳入的文献存在检索收集遗漏的可能和无法获得 Cochrane 数据库原文的情况,且外文文献较少,存在语言偏倚,可能对结果产生一定影响。本研究纳入的 15 项^[6-20]研究以肺保护性通气策略为试验组,但所用具体参数及方法略有不同。5 篇文献^[7,12,16,18-19]采用小潮气量通气联合 PEEP,未进行肺复张,其余 10 篇文献采用小潮气量通气联合 PEEP,并间断进行肺复张。其中通气模式、潮气量、PEEP 参数及肺复张间隔时间均有所不同。通气策略和呼吸参数不同、纳入患者的具体手术方式及手术时间不一造成了结局指标的相异,容易成为异质性的来源,今后在俯卧位脊柱手术肺保护的研究中应针对不同手术类型及手术时间采用具有特异性的通气策略,从而降低机械通气引起的肺损伤可能性并提高其针对性。此外,不同试验中心存在时间、空间的差异,且部分文献中呼吸参数及术后并发症的测量时间段在术中及术后有所不同,可能造成系统误差,成为异质性的来源;所有患者职业、受教育程度未在资料中体现,也可能成为异质性的来源。3 篇文献^[12-13,15]未提及是否采用随机,其余研究虽提到随机方法,但有 5 篇文献^[12,16-19]未提及具体随机方法,可能造成选择性偏倚。仅 2 篇文献^[7,9]对实施如何分配隐藏进行了具体描述,4 篇文献^[7-10]对结局评价者是否实施盲法方面进行了具体描述,存在测量偏倚风险的可能,一定程度上限制了结果的可信度。此外,15 项研究样本量的可靠度不确定,仅 2 篇文献^[8-9]交待了样本量的估算依据,使样本量选择存在误差的可能。因此,今后实施肺保护性通气策略的 RCT 设计应当更加缜密,以减少组间异质性来源,应遵循针刺临床试验干预措施报告标准 (STRICTA) 和临床试验报告的统一标准 (CONSORT) 声明设计和报告临床试验,采用标准化的结局指标进行高质量、大样本、多中心临床研究,以期为今后肺保护性通气策略应用的循证工作提供更

高质量的循证医学依据。

综上所述,在俯卧位脊柱手术中肺保护性通气策略可改善患者术中氧和,降低气道压力损伤,但可能存在相应的通气不足,且 2 种策略术后并发症发生率未见明显差异。今后需更多高质量的 RCT 验证肺保护性通气策略可作为俯卧位脊柱手术首选的通气方案。

参考文献

- [1] 杨胜富,吴东波. 肥胖的流行病学、病理生理及治疗的研究进展[J]. 中国临床新医学,2016,9(4): 358-362.
- [2] SCHMOTT J M, VIEILLARD-BARON A, AU GARDE R, et al. Positive end-expiratory pressure titration in acute respiratory distress syndrome patients: impact on right ventricular outflow impedance evaluated by pulmonary artery Doppler flow velocity measurements [J]. Crit Care Clin, 2001, 29(6): 1154-1158.
- [3] SEN O, BAKAN M., UMUTOGLU T, et al. Effects of pressure-controlled and volume-controlled ventilation on respiratory mechanics and systemic stress response during prone position [J]. Springerplus, 2016, 5(1): 1761.
- [4] 王祥瑞. 急性肺损伤: 基础与临床[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2005: 4-32.
- [5] YOUNG C C, HARRIS E M, VACCHIANO C, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations [J]. Br J Anaesth, 2019, 123(6): 898-913.
- [6] 熊伟, 陈萍, 高进, 等. 肺保护性通气在中老年脊柱俯卧位手术中的应用: 随机对照试验[J]. 南方医科大学学报, 2016, 36(2): 215-219.
- [7] MEMTSOUDIS S G, BOMBARDIERI A M, MA Y, et al. The effect of low versus high tidal volume ventilation on inflammatory markers in healthy individuals undergoing posterior spine fusion in the prone position: a randomized controlled trial [J]. J Clin Anesth, 2012, 24(4): 263-269.
- [8] WANG J, ZHU L, LI Y, et al. The Potential role of lung-protective ventilation in preventing postoperative delirium in elderly patients undergoing prone spinal surgery: a preliminary study [J]. Med Sci Monit, 2020, 26: e926526.
- [9] SOH S, SHIM J K, HA Y, et al. Ventilation with high or low tidal volume with PEEP does not influence lung function after spinal surgery in prone position: a randomized controlled trial [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2018, 30(3): 237-245.
- [10] 肖鹏, 姚立群, 官永庆. 保护性肺通气策略在全身麻醉下俯卧位脊柱外科手术中的应用[J]. 安徽医药, 2019, 23(1): 118-121.
- [11] 葛叶盈, 袁力勇, 姜晓红, 等. 保护性通气模式对脊柱融合术老年患者肺功能的影响[J]. 中南大学学报(医学版), 2013, 38(1): 81-85.
- [12] 李军, 韦晓勇, 王珊, 等. 不同通气方法对全麻俯卧位脊柱手术老年患者围术期呼吸功能的影响[J]. 实用药物与临床, 2015, 18(7): 795-799.
- [13] 陈一林, 张绍刚, 于淑侠, 等. 对行脊柱结核病灶清除术的患者实施肺保护性通气术的效果分析[J]. 当代医药论丛, 2017, 15(22): 44-46.
- [14] 于伟凡. 肺保护性通气对脊柱手术患者围术期肺损伤的影响[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2020.
- [15] 耿红芳, 王旭. 肺保护性通气模式对高龄脊柱融合术患者肺功能的影响及机制[J]. 新乡医学院学报, 2017, 34(8): 693-696.
- [16] 高洁, 赵崇法, 王玲玲. 肺保护性通气在老年患者脊柱结核病灶清除术中的应用[J]. 医疗装备, 2018, 31(18): 122-123.
- [17] 陈莹, 曲宗阳, 包杰, 等. 老年患者脊柱手术中肺保护性通气策略对呼吸参数的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(7): 724-727.
- [18] 周泓屹, 闵红星. 通气方法对全麻俯卧位手术患者呼吸功能的影响[J]. 山东医药, 2011, 51(50): 113-114.
- [19] 沙彦秀. 小潮气量联合低水平 PEEP 对老年俯卧位手术患者围麻醉期 IL-6、IL-10 的影响[D]. 银川: 宁夏医科大学, 2018.
- [20] 唐婷, 张庆. 压力控制与肺保护性容量控制通气在俯卧位腰椎手术中的应用比较[J]. 中国现代医药杂志, 2021, 23(4): 38-41.
- [21] CAI H, GONG H, ZHANG L, et al. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan [J]. J Clin Anesth, 2007, 19(2): 125-129.
- [22] SATO H, NAKAMURA K, BABA Y, et al. Low tidal volume ventilation(下转第 4257 页)

- [21] RAN C, WILLOWS T, SYDOW O, et al. The HLA-DRA variation rs3129882 is not associated with Parkinson's disease in Sweden[J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2013, 19(7):701-702.
- [22] PUSCHMANN A, VERBEECK C, HECKMAN M G, et al. Human leukocyte antigen variation and Parkinson's disease [J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2011, 17(5):376-378.
- [23] GUO Y, DENG X, ZHENG W, et al. HLA rs3129882 variant in Chinese Han patients with late-onset sporadic Parkinson disease[J]. *Neurosci Lett*, 2011, 501(3):185-187.
- [24] ZHOU L L, ZHANG X, BAO Q Q, et al. Association analysis of PARK16-18 variants and Parkinson's disease in a Chinese population [J]. *J Clin Neurosci*, 2014, 21(6):1029-1032.
- [25] LANGSTON J W, FORNO L S, TETRUD J, et al. Evidence of active nerve cell degeneration in the substantia nigra of humans years after 1-methyl-4-phenyl-1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine exposure[J]. *Ann Neurol*, 1999, 46(4):598-605.
- [26] SINGH A, TRIPATHI P, SINGH S. Neuroinflammatory responses in Parkinson's disease: relevance of Ibuprofen in therapeutics[J]. *Inflammopharmacology*, 2021, 29(1):5-14.
- [27] FYFE I. Aspirin and ibuprofen could lower risk of LRRK2 Parkinson disease[J]. *Nat Rev Neurol*, 2020, 16(9):460.
- [28] MCGEER P L, MCGEER E G. History of innate immunity in neurodegenerative disorders [J]. *Front Pharmacol*, 2011, 2:77.
- [29] CANTOR R M, LANGE K, SINSHEIMER J S. Prioritizing GWAS results: a review of statistical methods and recommendations for their application[J]. *Am J Hum Genet*, 2010, 86(1):6-22.
- [30] HILL-BURNS E M, FACTOR S A, ZABETIAN C P, et al. Evidence for more than one Parkinson's disease-associated variant within the HLA region[J]. *PLoS One*, 2011, 6(11):e27109.

(收稿日期:2022-02-27 修回日期:2022-06-29)

(上接第 4251 页)

- with low PEEP during surgery may induce lung inflammation [J]. *BMC Anesthesiol*, 2016, 16(1):47.
- [23] LEVIN M A, MCCORMICK P J, LIN H M, et al. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality[J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(1):97-108.
- [24] KARSTEN J, LUEPSCHEN H, GROSSHERR M, et al. Effect of PEEP on regional ventilation during laparoscopic surgery monitored by electrical impedance tomography[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2011, 55(7):878-886.
- [25] KIM J Y, SHIN C S, KIM H S, et al. Positive end-expiratory pressure in pressure-controlled ventilation improves ventilatory and oxygenation parameters during laparoscopic cholecystectomy[J]. *Surg Endosc*, 2010, 24(5):1099-1103.
- [26] MEININGER D, BYHAHN C, MIERDL S, et al. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2005, 49(6):778-883.
- [27] PARK H P, HWANG J W, KIM Y B, et al. Effect of pre-emptive alveolar recruitment strategy before pneumoperitoneum on arterial oxygenation during laparoscopic hysterectomy [J]. *Anaesth Intensive Care*, 2009, 37(4):593-597.
- [28] WEINGATEN T N, WHALEN F X, WARNER D O, et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly subjects undergoing major abdominal surgery[J]. *Br J Anaesth*, 2010, 104(1):16-22.
- [29] ROTHEN H U, SPORRE B, ENGBERG G, et al. Reexpansion of atelectasis during general anaesthesia may have a prolonged effect [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1995, 39(1):118-125.
- [30] PARK S J, KIM B G, OH A H, et al. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(10):4598-4606.

(收稿日期:2022-03-12 修回日期:2022-06-13)