

• 循证医学 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.05.022

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240222.1720.005\(2024-02-27\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240222.1720.005(2024-02-27))

驱动压指导 PEEP 滴定用于术中机械通气的 meta 分析*

周建雄,刘春雨,魏 闯[△]

(重庆大学附属肿瘤医院麻醉科,重庆 400030)

[摘要] **目的** 系统评价驱动压指导固定呼气末正压(PEEP)滴定用于术中机械通气的有效性与安全性。**方法** 计算机检索 PubMed、Web of Science、the Cochrane Library、Embase、中国知网(CNKI)、万方和维普数据库,检索驱动压指导 PEEP 滴定用于术中机械通气的随机对照研究(RCT),检索时间为建库至 2023 年 11 月 8 日。由 2 名研究者独立筛选文献、提取资料并评价纳入研究的偏倚风险后,采用 RevMan 5.4 软件进行 meta 分析。**结果** 共纳入 19 篇文献,共计患者 2 906 例,研究组采用驱动压指导 PEEP 滴定的肺保护通气策略,共计患者 1 440 例,对照组采用传统肺保护通气策略,共计患者 1 466 例。与对照组比较,研究组在非胸科手术中术后肺部并发症(PPCs)发生率更低($RR=0.53, 95\%CI:0.43\sim0.65, P<0.001$),而在胸科手术中差异无统计学意义($RR=0.89, 95\%CI:0.78\sim1.02, P=0.09$)。与对照组比较,研究组术中肺顺应性升高($MD=6.90\text{ L/cmH}_2\text{O}, 95\%CI:5.80\sim7.99, P<0.001$),住院时间缩短($MD=-0.27\text{ d}, 95\%CI:-0.43\sim-0.12, P<0.001$),而术中平均动脉压(MAP)差异无统计学意义($MD=0.36\text{ mmHg}, 95\%CI:-1.30\sim2.01, P=0.67$)。**结论** 与传统肺保护通气比较,驱动压指导 PEEP 滴定通气能够提高患者术中肺顺应性,降低非胸科手术 PPCs 发生率,缩短住院时间,且不增加血流动力学紊乱的风险。

[关键词] 驱动压;肺保护性通气;术后肺部并发症;meta 分析

[中图分类号] R614 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)05-0760-06

Driving pressure-guided PEEP titration for intraoperative mechanical ventilation: a meta-analysis*

ZHOU Jianxiong, LIU Chunyu, WEI Chuang[△]

(Department of Anesthesiology, Chongqing University Cancer Hospital, Chongqing 400030, China)

[Abstract] **Objective** To systematic evaluate the effectiveness and safety of driving pressure-guided fixed positive end-expiratory pressure (PEEP) titration in intraoperative mechanical ventilation. **Methods** PubMed, Web of Science, the Cochrane Library, Embase, CNKI, Wanfang and VIP databases were searched for collect randomized controlled trials (RCTs) of PEEP titration guided by driving pressure in intraoperative mechanical ventilation from inception to November 8, 2023. After two researchers independently screened the literature, extracted data, and evaluated the risk of bias of the included studies, the meta-analysis was conducted by RevMan 5.4 software. **Results** Nineteen studies with a total of 2 906 patients were included. There were 1 440 patients in the study group with the lung protective ventilation strategy guided by PEEP titration, and 1 466 patients in the control group with the traditional lung protective ventilation strategy. Compared with the control group, the incidence of postoperative pulmonary complications (PPCs) in the study group was lower in the non-thoracic surgery ($RR=0.53, 95\%CI:0.43\sim0.65, P<0.001$), but there was no statistical difference in the incidence of PPCs in the thoracic surgery ($RR=0.89, 95\%CI:0.78\sim1.02, P=0.09$). Compared with the control group, the intraoperative lung compliance was increased ($MD=6.90\text{ L/cmH}_2\text{O}, 95\%CI:5.80\sim7.99, P<0.001$), and the length of hospital stay was shortened in the study group ($MD=-0.27\text{ d}, 95\%CI:-0.43\sim-0.12, P<0.001$), while there was no significant difference in intraoperative mean arterial pressure (MAP) between the two groups ($MD=0.36\text{ mmHg}, 95\%CI:-1.30\sim2.01, P=0.67$). **Conclusion** Compared with the traditional lung protective ventilation, driving pressure-guided PEEP titration ventilation can improve intraoperative lung compliance, reduce the incidence of PPCs in non-thoracic surgery, shorten the length

of hospital stay, and does not increase the risk of hemodynamic disturbances in patients undergoing surgery.

[Key words] driving pressure; lung protective ventilation; postoperative pulmonary complications; meta-analysis

传统肺保护通气是一种包含小潮气量、固定呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)和间断肺复张的术中机械通气策略,目前已广泛应用于围术期的肺保护。然而,即使采用了传统肺保护通气的患者,在术后仍观察到较高的术后肺部并发症(post-operative pulmonary complications, PPCs)发生率^[1]。研究表明,传统肺保护通气策略并不能减少美国麻醉医师协会(ASA)Ⅲ级患者 PPCs 的发生率^[1],也与胸科手术患者 PPCs 发生率无关^[2]。一份 meta 分析显示,在肺保护性通气中,驱动压是 PPCs 的唯一影响因素,单纯改变潮气量与 PEEP 并不影响 PPCs^[3]。而最近一项多中心临床研究也表明,驱动压指导通气能改善呼吸力学和气体交换,但不能减少 PPCs 的发生^[4]。驱动压定义为潮气量除以肺顺应性,也可以通过平台压减 PEEP 来计算。从定义上看,即采用尽量小的潮气量以使肺顺应性最高。驱动压指导通气可认为是一种个体化治疗方案,作为设定个体化 PEEP 的依据,从而解决临床不同手术中最佳 PEEP 的问题。相较于其他方法,如肺电阻抗成像(electrical impedance tomography, EIT)、跨肺压、肺顺应性、肺部超声等,驱动压指导 PEEP 滴定更加简单,临床推广可行性高。因此,本研究系统评价驱动压指导 PEEP 滴定用于术中机械通气的有效性、安全性,为其临床应用提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 检索策略

本研究方案在 Prospero 上已注册(注册号 CRD42022369506)。根据 PRISMA 声明,通过计算机网络检索系统评价相关数据库,英文数据库包括 PubMed、Web of Science、the Cochrane Library、Embase;中文数据库包括中国知网(CNKI)、万方和维普数据库。系统检索驱动压用于术中机械通气的随机对照研究(randomized controlled trial, RCT),检索时间为建库至 2023 年 11 月 8 日。中文检索词为:驱动压、随机。英文检索词为:driving pressure、drive pressure、randomized controlled trial、randomized、placebo。追查检索后获得文献的参考文献,提高文献检出率。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究类型为 RCT,不论其是否实施盲法和分配隐藏均纳入研究,语种仅限中文和英文;(2)研究对象年龄 ≥ 18 岁,且为术中行机械通气的择期手术患者;(3)干预措施:术中机械通气时,对照组采用传统肺保护通气策略,研究组采用驱动压指导 PEEP 滴定的肺保护通气策略;(4)主要结局指标为

PPCs 发生率,次要结局指标为术中驱动压、术中 PEEP、术中肺顺应性、术中氧合指数、术中平均动脉压(MAP)、住院时间、术毕肺部超声评分(the lung ultrasound score, LUS)。所有结局指标均选择在主要手术体位下完成 PEEP 滴定后的最早时间点数据(如单肺通气后 15 min)。排除标准:(1)重复的文献,数据存在矛盾和错误的文献,未提供主要结局指标数据、无法提取结局指标数据且联系作者后仍无法获取相关结局指标的文献,样本量小且质量不高的文献;(2)研究对象经历过对结局指标可能存在较大影响的手术,包括心脏手术、颅脑手术、肥胖减重手术、俯卧位手术。

1.3 文献筛选和资料提取

由 2 名研究者独立进行文献的检索与筛选、资料数据的提取,完成后对结果进行交叉核对。任何分歧均通过讨论解决或咨询第 3 名研究者后裁定。提取数据资料包括文献第一作者、文献发表时间、文献题目、发表杂志名称等基本资料;研究质量评价关键要素:随机方案、盲法实施、分配隐藏等;还包括基本资料、手术方式、PEEP 滴定方法、干预措施和结局指标。数据资料缺乏时,与原文作者联系予以补充。

1.4 偏倚评估

两名研究员使用 Cochrane 风险评估工具分别独立评估每篇文献研究的偏倚风险。使用的标准如下:随机序列生成、分配隐藏、对受试者和干预提供者施盲、对结局评估者施盲、结局数据不完整、选择性报告、其他偏倚。评估每个领域是否具有“低偏倚风险”“高偏倚风险”或“不明确的偏倚风险”,并要求在评估各项指标的风险时列出判断依据。出现分歧时由第 3 名研究者解决。

1.5 统计学处理

采用 RevMan5.4 软件进行 meta 分析。二分类变量结局使用 95%CI 的相对危险度(risk ratio, RR)表示效应的大小;连续性变量结局使用 95%CI 的平均差(mean deviation, MD)表示效应的大小。对纳入文献进行异质性检验,计算系数 I^2 以评估异质性;若异质性明显($I^2 \geq 50\%$),采用随机效应模型;若异质性不明显($I^2 < 50\%$),采用固定效应模型。当存在明显异质性时,依次省略 1 项研究进行敏感性分析寻找异质性潜在来源,并仔细阅读全文后判断是否排除。采用漏斗图评估发表偏倚。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 检索结果及文献质量评价

初步筛选文献 1 260 篇,剔除重复文献后剩余

495 篇,阅读文献标题和摘要后删除不相关文献、非 RCT、无传统肺保护性通气策略作为对照、结局指标不符合要求的文献,剩余 31 篇文献。阅读全文后,删除未使用驱动压指导 PEEP 滴定、无法获取数据的文献,最终纳入 19 篇文献^[4-22],见图 1。患者共 2 906 例,其中驱动压指导 PEEP 滴定肺保护通气(研究组)1 440 例,传统肺保护通气(对照组)1 466 例。偏倚风险分析见图 2,其中,主要偏倚来源是对分配隐藏的描

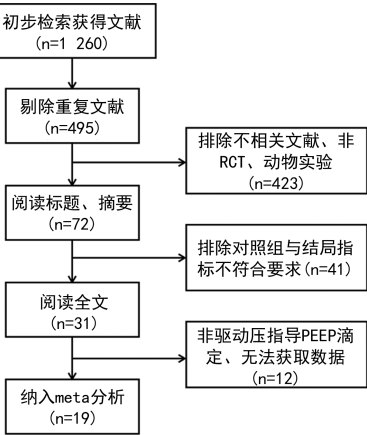


图 1 文献纳入流程图

2.2 纳入文献的基本特征

纳入文献的发表时间、样本量、年龄、手术类型、

PEEP 值、结局指标见表 1。

2.3 meta 分析结果

2.3.1 PPCs 发生率

19 篇文献^[4-22]均报道了 PPCs 发生率,共纳入研究组 1 440 例,对照组 1 466 例,有中度异质性($I^2=51\%$, $P=0.007$),行敏感性分析发现胸科手术为异质性来源,故进行亚组分析。结果显示胸科手术组存在轻度异质性($I^2=43\%$, $P=0.15$),非胸科手术组无明显异质性($I^2=1\%$, $P=0.43$),采用固定效应模型。在非胸科手术组中,与对照组比较,研究组 PPCs 发生率更低($RR=0.53$,95% $CI:0.43\sim0.65$, $P<0.001$),而在胸科手术组中研究组与对照组间差异无统计学意义($RR=0.89$,95% $CI:0.78\sim1.02$, $P=0.09$),见表 2。

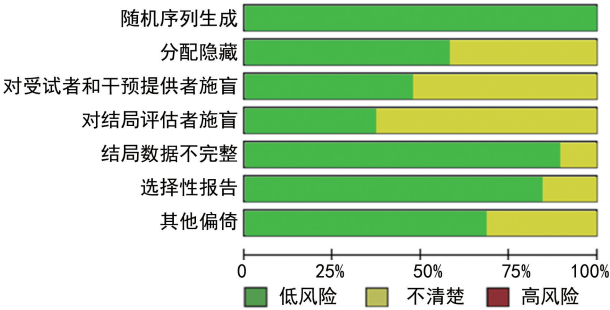


图 2 纳入文献风险偏倚图

表 1 纳入文献的基本特征

作者	发表年	样本量(<i>n</i>)		年龄 (岁)	手术类型	PEEP(cmH ₂ O)		结局指标
		研究组	对照组			研究组	对照组	
PARK等 ^[4]	2022	576	594	≥18	胸科肺叶切除手术		5	①③④⑤⑥
MOHAMMAD SALAMA等 ^[5]	2023	33	33	≥18	上腹部开放手术	6.82±1.29	5	①②③⑥
KIM 等 ^[6]	2023	178	185	≥18	机器人或腹腔镜手术	13.60±2.10	5.10±0.60	①②③⑥
张倩倩等 ^[7]	2023	30	30	≥65	腹腔镜前列腺手术		5	①③④⑤⑦
辛超等 ^[8]	2023	40	40	65~80	机器人前列腺手术		5	①④⑦
王亮等 ^[9]	2023	20	20	≥65	腹腔镜结直肠手术		5	①③④⑤⑧
闭玉华等 ^[10]	2023	40	40	60~80	腹腔镜结直肠手术		4	①⑤⑧
ZHANG 等 ^[11]	2022	24	24	18~80	腹腔镜妇科手术	10.73±1.03	5	①②③④⑤
姚婧等 ^[12]	2022	20	20	65~80	机器人前列腺癌根治术		5	①④⑤⑥
ZHANG ^[13]	2021	29	29	≥18	胸腔镜肺叶切除手术	8.80±2.40	5	①②③④⑤⑥⑦
ZHANG 等 ^[14]	2021	47	47	18~80	上腹部开放手术	9.29±1.53	6	①②③④⑥⑦
周伟等 ^[15]	2021	25	25	50~70	腹腔镜胃癌根治术	8.20±0.76	5	①②③④⑦
张盛兰等 ^[16]	2021	30	30	65~80	腹腔镜结直肠癌根治术	6.40±1.55	5	①②③⑤⑥⑧
杨贯宇等 ^[17]	2021	38	37	50~75	腹腔镜结直肠癌根治术	7.09±1.73	5	①②③④⑤⑦⑧
王子轩等 ^[18]	2021	25	25	65~80	机器人前列腺癌根治术		5	①⑤⑧
季节等 ^[19]	2021	90	90	60~85	开腹手术		5	①③⑤
袁珂 ^[20]	2020	20	20	18~80	开腹手术	7 ^a	5	①②③⑤⑦
陈永沛等 ^[21]	2020	30	30	65~80	胸腔镜肺叶切除术	3.00±1.56	5	①②③⑥⑦
PARK 等 ^[22]	2019	145	147	≥18	胸科手术	3.35±2.25	5	①②③⑤⑥

^a:中位数;①:术后 PPCs 发生率;②:术中 PEEP;③:术中驱动压;④:术中肺顺应性;⑤:术中氧合指数;⑥:住院时间;⑦:术中 MAP;⑧:术毕 LUS。

2.3.2 术中驱动压

有 15 篇文献^[4-7,9,11,13-17,19-22]报道了术中驱动压,存在重度异质性($I^2=97\%$, $P<0.001$),行敏感性分析未能判断异质性来源,不适合进行定量汇总分析。

2.3.3 术中肺顺应性

有 10 篇文献^[4,7-9,11-15,17]报道了术中肺顺应性,存在中度异质性($I^2=70\%$, $P<0.001$),行敏感性分析并通过进一步阅读和评价,排除了 2 项研究(均为单肺通气,因纳入文献较少无法行亚组分析)。最终合并分析结果无明显异质性($I^2=6\%$, $P=0.38$),采用固定效应模型。在非胸科手术组,与对照组比较,研究组肺顺应性更高($MD=6.90\text{ L/cmH}_2\text{O}$, $95\%CI:5.80\sim7.99$, $P<0.001$),见表 2。

2.3.4 术中氧合指数

有 14 篇文献^[4,7,9-14,16-20,22]报道了术中氧合指数,存在重度异质性($I^2=91\%$, $P<0.001$),行敏感性分

析未能判断异质性来源,不适合进行定量汇总分析。

2.3.5 术中 MAP

有 8 篇文献^[7-8,13-15,17,20-21]报道了术中 MAP 情况,无明显异质性($I^2=0$, $P=0.45$),采用固定效应模型,结果显示,研究组与对照组间 MAP 差异无统计学意义($MD=0.36$, $95\%CI:-1.30\sim2.01$, $P=0.670$),见表 2。

2.3.6 术毕 LUS

有 5 篇文献^[9-10,16-18]报道了术毕 LUS,存在重度异质性($I^2=96\%$, $P<0.001$),行敏感性分析未能判断异质性来源,不适合进行定量汇总分析。

2.3.7 住院时间

有 9 篇文献^[4-6,12-14,16,21-22]报道了住院时间,存在轻度异质性($I^2=37\%$, $P<0.001$),采用固定效应模型。与对照组比较,研究组的住院时间缩短($MD=-0.27$, $95\%CI:-0.43\sim-0.12$, $P<0.001$),见表 2。

表 2 纳入文献结局指标的 meta 分析结果

项目	纳入文献	样本量(<i>n</i>)		异质性			95%CI	<i>Z</i>	<i>P</i>
		研究组	对照组	χ^2	<i>P</i>	$I^2(\%)$			
PPCs 发生率(胸科手术组)	[4,13,21-22]	780	800	5.28	0.15	43	0.78~1.02	1.68	0.09
PPCs 发生率(非胸科手术组)	[5-12,14-20]	660	666	12.18	0.43	1	0.43~0.65	5.95	<0.01
术中肺顺应性(非胸科手术组)	[4,7-9,11-15,17]	244	243	7.48	0.38	6	5.80~7.99	12.34	<0.01
术中 MAP	[7-8,13-15,17,20-21]	259	218	5.78	0.45	0	-1.30~2.01	0.42	0.67
住院时间	[4-6,12-14,16,21-22]	1 088	1 115	12.79	0.12	37	-0.43~-0.12	3.48	<0.01

2.4 发表偏倚评价

根据 PPCs 发生率绘制漏斗图,纳入文献在图中基本分布对称,未见明显发表偏倚,见图 3。

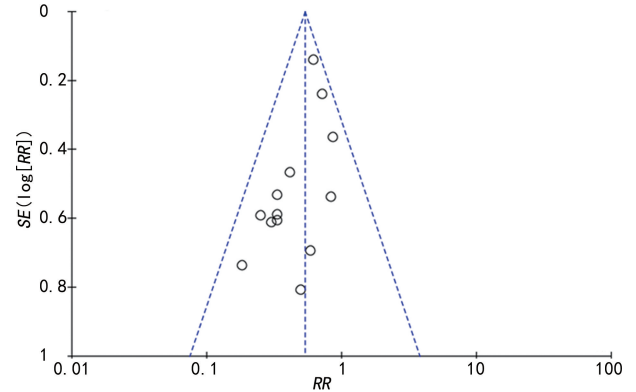


图 3 PPCs 发生率发表偏倚漏斗图

3 讨 论

本研究分析结果显示,相较于对照组,研究组能降低非胸科手术的 PPCs 发生率,提高术中肺顺应性,缩短住院时间,两组患者的术中 MAP 差异无统计学意义($P<0.05$)。同时,纳入研究仍存在一些差异,包括 PPCs 的定义、评估方式、随访时间等,这些差异可

能会影响研究结果,因此需要进一步探讨这些差异对结论的影响。

研究组有更高的肺顺应性,这与研究设置有关,即在恒定潮气量下滴定最低驱动压对应的 PEEP,而通过驱动压定义可知,此时对应的肺顺应性也是该潮气量下最大的。“功能性肺容积”^[22]是指在一定潮气量下的通气肺容积。高于此容积的通气会导致气压伤,而低于此容积的通气会导致肺不张。根据“功能性肺容积”进行通气时,使肺顺应性最大化,即在小潮气量基础上选择最小驱动压对应的 PEEP,可避免肺泡过度扩张或通气不足。通过驱动压指导 PEEP 滴定,可使驱动压保持在较低水平,以实现更高的肺顺应性和保持“功能性肺容积”。

研究组较对照组 PPCs 发生率更低。肺应力和肺应变在呼吸机相关肺损伤(ventilator-induced lung injury, VILI)中起重要作用,当超过一定阈值后会导致肺水肿^[23]。在全身麻醉机械通气情况下,跨肺压的变化就是驱动压的变化^[24],驱动压的变化反映了肺应力的变化,也与肺应变呈线性关系,因此驱动压可以反映肺应力和肺应变的变化。研究表明,驱动压指导

PEEP 滴定通气可以在机械通气中保持较低的驱动压,从而减少肺应力和肺应变,降低 VILI 的严重程度,达到降低 PPCs 的目的^[25]。

在胸科手术中,对照组和研究组在 PPCs 发生率上差异无统计学意义($P>0.05$)。可能原因在于胸科手术患者还有其他导致 PPCs 的原因,包括肺实质切除、手术操作所致肺损伤与单肺通气相关性肺损伤。既往也有研究表明传统肺保护通气并不能降低单肺通气胸科手术患者的 PPCs 发生率^[2],但肺保护通气仍能降低通气侧肺的 PPCs 发生率,而未通气侧肺 PPCs 发生率则无明显差异^[26]。这也印证了本研究在胸科手术组中对照组和研究组的 PPCs 的发生率差异无统计学意义的结果($P>0.05$)。

在合并术中驱动压、氧合指数、术毕 LUS 时,产生了无法处理的高异质性,异质性可能来源于各项研究手术类型与时间的差异、吸氧浓度的差异、PEEP 滴定策略的差异、肺复张策略的差异等。因此对这些结果仅作描述性评价。15 项研究报道了术中驱动压的研究均支持对照组较研究组术中驱动压更低;14 篇报道了术中氧合指数的研究,其中 2 篇报道氧合指数在两组间无明显差异外,其余 12 项研究均支持研究组术中氧合得以改善;5 篇报道了术毕 LUS 的研究均支持研究组较研究组术毕 LUS 评分更低。因此,驱动压指导 PEEP 滴定可能对降低术中驱动压和术毕 LUS 评分、改善氧合有一定影响,但同时还需要进一步了解其临床意义。

本研究存在一定的局限性:(1)并非所有的研究都报告了完整的呼吸相关参数,例如氧合指数、肺顺应性和驱动压等;(2)研究结果可能受研究人群的多样性和手术类型的影响;(3)纳入文献语言限制为中文和英文,可能造成发表偏倚;(4)本研究纳入的文献中,研究组的 PEEP 值并不统一,可能对研究结果造成影响。

综上所述,与传统肺保护肺保护通气策略比较,驱动压指导 PEEP 滴定的肺保护通气策略能够提高患者术中肺顺应性,降低非胸科手术 PPCs 发生率,缩短住院时间,且不增加血流动力学紊乱的风险。鉴于纳入文献的质量有限,尚需开展大样本、高质量的 RCT 研究进一步验证所得结论。

参考文献

[1] FERNANDEZ-BUSTAMANTE A,FRENDL G,SPRUNG J, et al. Postoperative pulmonary complications,early mortality,and hospital stay following noncardiothoracic surgery: a multi-center study by the PERIOPERATIVE re-

search network investigators[J]. JAMA Surg, 2017,152(2):157-166.

[2] COLQUHOUN D A,LEIS A M,SHANKS A M, et al. A lower tidal volume regimen during one-lung ventilation for lung resection surgery is not associated with reduced postoperative pulmonary complications [J]. Anesthesiology, 2021,134(4):562-576.

[3] NETO A S,HEMMES S N,BARBAS C S, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia:a meta-analysis of individual patient data[J]. Lancet Respir Med,2016,4(4):272-280.

[4] PARK M,YOON S,NAM J S, et al. Driving pressure-guided ventilation and postoperative pulmonary complications in thoracic surgery:a multicentre randomised clinical trial[J]. Br J Anaesth,2023,130(1):e106-118.

[5] MOHAMMAD SALAMA M E,EL-TAHER E M,ABDEL-RAHMAN AL-TOUNY A H, et al. Effect of individualized intraoperative lung recruitment maneuver on postoperative pulmonary complications in patients undergoing upper abdominal surgeries under general anesthesia [J]. Egyptian J Anaesthesia, 2023, 39(1): 496-501.

[6] KIM Y J,KIM B R,KIM H W, et al. Effect of driving pressure-guided positive end-expiratory pressure on postoperative pulmonary complications in patients undergoing laparoscopic or robotic surgery:a randomised controlled trial[J]. Br J Anaesth,2023,131(5):955-965.

[7] 张倩倩,孙高悦,钟晓倩,等. 驱动压导向呼气末正压通气对老年患者腹腔镜前列腺癌根治术后肺功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(4):351-356.

[8] 辛超,高巨,葛亚丽,等. 驱动压导向个体化呼气末正压对机器人辅助前列腺癌根治术老年患者术中脑血流及局部脑氧饱和度的影响[J]. 实用医学杂志,2023,39(12):1524-1528,1535.

[9] 王亮,孙仁波,胡许平,等. 驱动压导向呼气末正压个体化滴定对老年患者腹腔镜结直肠癌根治术后肺不张的影响[J]. 临床麻醉学杂志,2023, 39(4):357-362.

[10] 闭玉华,黄俊萍. 以驱动压为导向个体化滴定式

呼气末正压通气在老年腹腔镜结肠癌患者中的应用效果[J]. 重庆医学, 2023, 52(3): 348-352, 356.

[11] ZHANG W, LIU F, ZHAO Z, et al. Driving pressure-guided ventilation improves homogeneity in lung gas distribution for gynecological laparoscopy: a randomized controlled trial[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 21687.

[12] 姚婧, 王子轩, 朱佳羽, 等. 驱动压指导 PEEP 滴定对机器人辅助根治性前列腺切除术老年患者呼吸功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(7): 682-687.

[13] ZHANG Y, ZHANG M, WANG X, et al. Individualized positive end-expiratory pressure in patients undergoing thoroscopic lobectomy: a randomized controlled trial[J]. Braz J Anesthesiol, 2021, 71(5): 565-571.

[14] ZHANG C, XU F, LI W, et al. Driving pressure-guided individualized positive end-expiratory pressure in abdominal surgery: a randomized controlled trial[J]. Anesth Analg, 2021, 133(5): 1197-1205.

[15] 周伟, 范智东. 驱动压引导下肺保护性通气对腹腔镜胃癌根治术患者肺保护性作用研究[D]. 大理: 大理大学, 2021.

[16] 张盛兰, 余树春. 驱动压导向的个体化呼气末正压对腹腔镜下结直肠癌根治术老年患者围术期呼吸功能的影响[D]. 南昌: 南昌大学, 2021.

[17] 杨贯宇, 孙振涛. 驱动压导向的通气策略对腹腔镜直肠癌根治术患者肺功能的影响[D]. 郑州: 郑州大学, 2021.

[18] 王子轩, 朱佳羽, 姚婧, 等. 驱动压指导个体化 PEEP 滴定对机器人辅助前列腺癌根治术老年患者肺不张的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2022, 42(1): 39-43.

[19] 季节, 杨春. 驱动压导向个体化 PEEP 对老年患者外科手术术中肺功能及术后肺部并发症的影响[J]. 中国血液流变学杂志, 2021, 31(3): 363-364, 417.

[20] 袁珂. 驱动压指导个体化 PEEP 对开腹手术患者肺功能及 PPCs 的影响[D]. 长春: 吉林大学, 2020.

[21] 陈永沛, 胡衍辉, 张杰, 等. 驱动压指导肺保护性通气对老年患者胸腔镜手术炎症反应的影响[J]. 江西医药, 2020, 55(8): 1108-1111.

[22] PARK M, AHN H J, KIM J A, et al. Driving pressure during thoracic surgery: a randomized clinical trial[J]. Anesthesiology, 2019, 130(3): 385-393.

[23] PROTTI A, CRESSONI M, SANTINI A, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation: any safe threshold? [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2011, 183(10): 1354-1362.

[24] WILLIAMS E C, MOTTA-RIBEIRO G C, VIDAL MELO M F. Driving pressure and transpulmonary pressure: how do we guide safe mechanical ventilation? [J]. Anesthesiology, 2019, 131(1): 155-163.

[25] CHIUMELLO D, CARLESSO E, BRIONI M, et al. Airway driving pressure and lung stress in ARDS patients[J]. Crit Care, 2016, 20: 276.

[26] YU J, WU Z, AN R, et al. Association between driving pressure and postoperative pulmonary complications in patients undergoing lung resection surgery: a randomised clinical trial[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2023, 42(1): 101160.

(收稿日期: 2023-05-10 修回日期: 2023-12-12)
(编辑: 姚 雪)

(上接第 759 页)

[36] STAHL S T, INSANA S P, MARTICA H H, et al. Pediatric sleep disturbances and symptoms of depression in older adults[J]. Int J Aging Hum Dev, 2022, 95(4): 429-439.

[37] BOYLE J T, ROSENFELD B, DI TOMASSO R A, et al. Sleep continuity, sleep related daytime dysfunction, and problem endorsement: do these vary concordantly by age? [J]. Behav Sleep Med, 2023, 21(4): 436-447.

[38] EIGL E S, URBAN-FERREIRA L K, SCHABUS M. A low-threshold sleep intervention for improving sleep quality and well-being [J]. Front Psychiatry, 2023, 14: 1117645.

(收稿日期: 2023-03-20 修回日期: 2023-10-20)
(编辑: 袁皓伟)