

特殊患者的肺保护性通气策略

韩文惠*, 刘成晓, 张先娟, 王波#

山东大学省立医院麻醉科, 山东 济南

Email: zan596142084@163.com, #wangb1688@sina.com

收稿日期: 2020年11月21日; 录用日期: 2020年12月22日; 发布日期: 2020年12月29日

摘要

机械通气可导致呼吸机相关性肺损伤(ventilator-associated lung injury, VALI), 主要包括容积伤、气压伤、不张伤、生物伤和剪切伤。肺保护性通气策略(lung protective ventilation strategy, LPVS)是近几年来针对VALI而发展起来的机械通气新策略, 其目的为尽可能的保护肺组织减少机械通气性损害。LPVS主要包括小潮气量、最佳的呼气末正压、肺复张等; LPVS的实施可以改善肺顺应性和肺泡处的气体交换, 减少肺水肿和感染的发生, 降低术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)的发生率。本文拟讨论对于某些特殊患者应用肺保护性通气策略方面的进展。

关键词

肺保护性通气策略, 小儿患者, 老年患者, 肥胖患者, 术后肺部并发症

Lung Protective Ventilation Strategies in Special Patients

Wenhui Han*, Chengxiao Liu, Xianjuan Zhang, Bo Wang#

Department of Anesthesiology, Provincial Hospital of Shandong University, Jinan Shandong

Email: zan596142084@163.com, #wangb1688@sina.com

Received: Nov. 21st, 2020; accepted: Dec. 22nd, 2020; published: Dec. 29th, 2020

Abstract

Mechanical ventilation brought about ventilator-associated lung injury (VALI), which consisted

*第一作者。

#通讯作者。

mainly of volume injury, ventilatory injury, atretic injury, biological injury and shear injury. Lung protective ventilation strategy (LPVS) is a new mechanical ventilation strategy developed in recent years against VALI. Its purpose is to protect lung tissue and reduce mechanical ventilation damage as much as possible. The protective lung ventilation strategy mainly includes neap tidal volume, optimal positive end-expiratory pressure, pulmonary retention, etc. Implementation of LPVS can improve lung compliance and gas exchange in alveoli, reduce the occurrence of pulmonary edema and infections, and reduce the incidence of postoperative pulmonary complications (PPCs). This article intends to discuss advances in the application of lung protective ventilation strategies in some special patients.

Keywords

LPVS, Pediatric Patients, Elderly Patient, Obese Patients, PPCs

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

机械通气会引起继发性肺损伤,如局灶性肺气肿、肺水肿和纤维化[1]。通气中潮气量超过肺部的承受限度会导致肺泡过度膨胀、肺泡和远端小气道水平的表面活性剂功能障碍和不同程度的肺组织损伤[2];随着通气时间的延长,潮气量的加大,患者肺的顺应性逐渐下降,会导致肺水肿的发生[3]。而单纯的小潮气量(tidal volume, TV)通气可能会引起肺泡膨胀不全,反而增加肺不张的风险[4]。肺保护性通气策略(lung protective ventilation strategy, LPVS)通常指通过限制潮气量和吸气压力来降低呼吸机相关性肺损伤的机械通气策略[2],其目的为尽可能的保护肺组织免受机械通气性损害。现在有充分的证据表明,在全麻患者的管理中,保护性肺通气对于减少急性肺损伤、肺部感染,延长呼吸机使用时间,减少重症监护病房住院时间以及降低急性呼吸窘迫综合征患者的死亡率都是有益的,并且改善了肺功能和术后动脉氧合,减少了术后肺部并发症[5]。本文拟讨论对于某些特殊患者应用肺保护性通气策略方面的进展。

2. 肺保护性通气策略

对患者进行机械通气可以挽救生命,然而它也会引起呼吸机诱导的肺损伤;还会导致组织氧合障碍,肺和肺外器官功能障碍,从而增加死亡率[2]。Wei S 等人发现手术过程中机械通气参数不当,会造成气压损伤,导致肺泡过度膨胀或塌陷,使机体遭受氧化应激损伤,从而影响患者的认知功能;肺保护性通气可减轻患者氧化应激损伤,提高患者术后认知功能和记忆能力[6]。近年来,术中机械通气策略受到越来越多的关注,与全麻和机械通气相关的术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)发病率在5%到33%之间;考虑到全世界每年约有2.34亿患者需要在全身麻醉下进行手术治疗,降低PPCs的发病率可能会对全球患者的死亡率产生重大影响[7]。

LPVS的目的是通过使用小潮气量来避免肺泡过度膨胀,并通过呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)和肺复张等操作来防止肺塌陷和肺不张,然后减少机械通气引起的肺损伤[8]。LPVS主要包括小潮气量、低气道平台压、最佳的呼气末正压、高频通气等,其中目前临床上应用最为广泛的是小潮气量和设定适当的PEEP [3]。小潮气量进行机械通气可以降低大潮气量或高气道压通气引起肺泡过度扩张,PEEP可以通过增加呼气末肺容量来稳定肺泡,改善缺氧。同时,LPV的实施也避免了萎陷肺的

反复开放和闭合所致的肺泡壁反复牵拉及顺应性不同的组织接合处局部形成的高剪切力,改善了肺的顺应性和肺泡处的气体交换,减少了肺水肿和感染的发生[9]。有证据表明,使用小潮气量和适当 PEEP 的肺保护性通气策略可以减少 PPCs、术后呼吸机支持、计划外的重症监护室和医院再入院以及住院时间[10]。即使在肺部健康的患者中,采用低潮气量通气、适度 PEEP 和反复手法肺复张等操作组成的预防性肺保护机械通气策略,也能显著改善术后结果[11]。

3. 肺保护性通气策略针对特殊患者的临床应用

3.1. 小儿患者

临床上已有将 LPVS 应用于儿科机械通气的报道[12]。小儿呼吸系统的特征是肺的顺应性较低,胸壁的顺应性较高,导致吸气时胸壁易塌陷,肋骨不能支持肺,即胸内负压很难维持,因此每次呼吸时都伴有功能性的气道关闭。小儿无效腔通气的比例与成人相似,氧耗量却为成人的 2~3 倍,自主呼吸时,潮气量相对固定,增加肺泡通气主要靠增加呼吸频率;呼气时残气量相对较低,导致功能残气量减少,插管无通气期间氧储备相对不足,从而易诱发肺不张和低氧血症。

有关儿童术中 LPVS 和 PEEP 选择的循证指南数据有限。Lee JH 等通过评估不同 PEEP 的肺内顺应性变化来确定小儿在全身麻醉期间的最佳 PEEP 水平,发现个性化的 PEEP 水平有助于获得最佳的肺保护。他们的数据表明,PEEP 水平约 8 cm H₂O 可被视为最适合预防全身麻醉相关的肺不张和过度伸展,大多数儿童都可以避免肺不张和过度扩张。然而,对于适当的 PEEP,患者之间存在很大的个体间差异,因此,在大多数接受全身麻醉的儿科患者中,为了避免肺泡塌陷,需要比临床上常用的 PEEP 大[13]。Wong JJM 等研究了小儿急性呼吸窘迫综合征的肺保护性机械通气方案是否与改善临床结果有关:其中肺保护性机械通气方案,包括峰值压力、潮气量、呼气末压力、允许性高碳酸血症和允许性低氧血症。发现在小儿急性呼吸窘迫综合征中,肺保护性机械通气方案改善了病人的氧合度和降低了潜在死亡率[14]。Sun Y 等探讨 LPVS 在婴幼儿先天性心脏病体外循环(cardiopulmonary bypass)手术中的安全性和有效性,发现 LPVS 可使患儿死腔通气减少,肺内分流减小,改善肺换气、通气-血流比及肺动态顺应性,可安全应用于婴幼儿体外循环。虽然可以显著改善氧合,降低气道峰压,但其效应相对短暂,而且 LPVS 对术后肺部并发症和预后的影响相对较小[15]。由于目前对儿童围手术期肺保护性通气策略探索的不足,所以这项研究评估了肺保护性通气对需要单肺通气进行肺切除术的儿童术后临床结果的影响,发现与常规通气相比,肺保护性通气减少了需要单肺通气进行肺切除术的儿童术后肺部并发症[16]。

3.2. 老年患者

年龄和功能依赖性是与术后肺部并发症明确相关的危险因素。随着老年患者胸壁僵硬程度的增加,肺顺应性和氧扩散能力逐渐降低,所以肺功能随着年龄的增加而下降,特别是呼吸储备和气体的交换功能下降;与年龄相关的氧容量下降和肺部的变化会导致氧摄取和氧气输送的下降[17]。老年人对高二氧化碳和低氧的通气反应均降低,表现为潮气量增加不足,而通气频率仍维持原水平,导致每分钟通气量无明显增加,易造成低氧血症。

Hedenstierna G 等报道,85%~90%的老年患者在全麻诱导早期即可发生不同程度的肺不张,导致肺的顺应性下降,增加肺内分流,是气体交换障碍、低氧血症发生的主要原因。该研究发现,LPVS 有利于术后氧合功能的恢复,提高老年患者血液摄取氧的能力,增加肺泡有效通气量,还可在一定程度上减轻围术期肺损伤,降低术后肺的感染风险的发生几率,是老年腹腔镜手术患者围术期一种安全可行的通气模式[18]。Xiong W 等在研究肺保护通气应用于俯卧位接受脊柱手术的老年患者中,发现可降低老年患者术中气压伤风险,改善术后氧合功能,减轻肺部炎症反应,对术中血流动力学影响较小[19]。Jing Liu

等研究了肺保护通气对中老年腹腔镜胃癌根治术患者氧合指数(oxygenation index, OI)及术后肺部并发症的影响。结果发现:应用个体化的肺保护通气策略,可以改善气体交换,防止术中肺塌陷和肺不张的发生,并且明显改善了中老年患者术后早期肺氧合功能,减少了术后临床肺部感染和 PPCs 的发生率[20]。

3.3. 肥胖患者

肥胖已成为机械通气导致肺损伤的独立危险因素;肥胖患者横膈显著提高,胸部和腹部脂肪的堆积限制了胸廓的活动,影响了肺的气体交换和氧合,增加了术中肺不张和低氧血症的风险;尤其是肥胖患者仰卧位时,腹部器官抬高横膈膜,进一步限制肥胖患者肺-胸顺应性[11]。接受手术的肥胖患者中 18% 有术后肺部并发症,这几乎是正常体重或超重患者的两倍,术后肺部并发症延长了患者的住院时间并增加了死亡率[21]。

Zhi-Guo Shi 等在肺泡复张策略和呼气末正压联合应用于肥胖患者胸腔手术单肺通气中的研究应用中发现,肥胖患者在通气过程中,易释放促炎细胞因子,导致肺损伤,并且在全身麻醉过程中,易出现肺不张、肺部感染等并发症;研究表明肺泡复张策略和 PEEP 能更好地降低肥胖患者气道压力和血液中有炎症细胞因子的产生;此外,它可以降低开胸术中及术后 6 小时的通气血流比,改善氧合指数,维持内环境的酸碱平衡[22]。M. Aldenkortl 等研究表明,在肥胖手术患者中,肺复张和 PEEP 不仅可改善术中氧合和呼吸系统的顺应性,而且不会对血流动力学产生不良影响[23]。C. Wang 等的研究分析显示,在以改善通气血流比率($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$)为主要结果的策略中,与其他组相比,J 策略(VCV + higher PEEP + single RM)的 $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 率最高,术中肺顺应性且对肺不张的预防效果最高;因此,推测策略 J 与肥胖患者的最佳通气策略有关[24];Zhu C 等研究充分验证了以下假设:与普通 PEEP 通气策略相比,采用个体化 PEEP 可在围手术期氧合指数、肺塌陷面积比例、炎症因子变化和 PCCs 发生率方面对肥胖患者有利;可以抵消呼气末容积的减少,减少肺内分流,增强氧合能力,改善术中通气;这一结果将为下一步进一步细化肥胖患者肺保护策略的具体实施,并将其纳入肥胖患者手术快速康复环节提供直接的临床依据[7]。

根据当代 Meta 分析结果,肺复张动作联合 peep 等肺通气保护策略可能与降低非肥胖患者 PPC 的发生率和改善氧合状态有关。然而,必须谨慎地解释这些结论,因为不同的肺复张动作和通气模式可能会对结果产生重大影响[25];在肥胖患者中,最佳的术中通气策略仍有待确定,动态肺顺应性和生理死腔分数是最佳呼气末正压时有效通气的指标;在此,我们研究术中通过 PEEP 操作优化动态肺顺应性是否影响接受腹腔镜减肥手术的肥胖患者术后低氧血症($\text{SpO}_2 < 90\%$)的发生率,发现在接受手术的肥胖患者中,采用保护性通气策略并不能降低术后低氧血症的发生率[26]。

3.4. 心脏疾病患者

术后肺功能不全是心脏手术后相当常见的并发症,主要包括肺不张和胸腔积液。他主要受到两个因素的影响:第一是机械通气引起的机械应力伤、生物损伤以及高气道压和低 PEEP 水平导致的肺不张;第二是心脏手术后全身炎症反应过度及其相关因素[27]。近年来,根据开放式肺概念(open lung concept, OLC)进行的通气得到了广泛的关注。OLC 通气的目的是通过实施保持肺泡开放的操作来避免肺不张,通常是通过短时间的高吸气压力打开塌陷的肺泡和随后的高水平呼气末正压来保持肺泡开放[28]。

研究发现心脏手术患者在进行手术操作中,高 PEEP 水平不会影响肺血管阻力或右心室射血分数[27]。刘丽丽等人发现对行心脏瓣膜术的患者在术中应用肺保护性通气可显著提高患者的肺顺应性,降低手术并发症的发生率,并且改善患者肺功能相关的指标[29]。Schneck M 等人的研究结果表明,限制气道压力和低潮气量的肺保护性通气方式已成为 ARDS 患者的护理标准,对心脏重症监护室患者有益,尤其是气道压力的严格降低对预后具有重要意义。该研究数据显示:对于急性心力衰竭和心肺复苏术后患者,早期

使用 LPV 治疗急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)能够提高患者生存率[30]。陈小莉等人发现压力控制容量模式用于婴幼儿先天性心脏病术中可有效降低因气道压力过高而引起的肺损伤,提高肺泡氧合效率,改善肺内分流及肺顺应性,保证足够的肺泡通气量,有利于肺保护及改善患儿预后[31]。

4. 展望

虽然肺保护性通气策略在一些实验研究中证明能明显降低术后肺部并发症的发生率、改善氧合和肺功能,并且有利于呼吸功能的快速恢复。然而,也有一定的局限性:比如优化 PEEP 用于肺保护性通气的最佳策略尚未确定,建议未来的试验重点是确定可行的肺复张方法,并根据肺复张的潜力随机选择合适的策略;所以,对最佳 PEEP 的搜索仍在继续[2]。

肺保护性通气策略目前仍缺乏对于特殊患者的大样本性的研究,对于术后肺部并发症的观察指标也比较局限;虽然目前腹腔镜超声和 CT 是一种有效的测量肺通气量变化的工具[32],但还无法便捷的应用到每一个病人身上来观察术后肺不张程度等并发症。因此还有待更进一步的实验研究证明。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Kung, S.C., Hung, Y.L., Chen, W.L., *et al.* (2019) Effects of Stepwise Lung Recruitment Maneuvers in Patients with Early Acute Respiratory Distress Syndrome: A Prospective, Randomized, Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, **8**, 231. <https://doi.org/10.3390/jcm8020231>
- [2] Sahetya, S.K. (2020) Searching for the Optimal Positive End-Expiratory Pressure for Lung Protective Ventilation. *Current Opinion in Critical Care*, **26**, 53-58. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000685>
- [3] 刘永峰, 刘云胜. 保护性肺通气策略对老年开腹手术患者肺顺应性和氧合功能的影响[J]. 海南医学院学报, 2016, 22(3): 264-266, 269.
- [4] 谢亚英, 陈宏志, 王杰. 保护性肺通气对老年腹腔镜结直肠癌手术患者术后肺氧合功能的影响[J]. 大连医科大学学报, 2018, 40(2): 102-107, 111.
- [5] Marley, R.A. and Simon, K. (2017) Lung-Protective Ventilation. *Annual Review of Nursing Research*, **35**, 37-53. <https://doi.org/10.1891/0739-6686.35.37>
- [6] Wei, S., Li, S., Dong, H., *et al.* (2019) Effects of Lung Protective Ventilation on the Cognitive Function Level of Patients with Esophageal Cancer. *Iranian Journal of Public Health*, **48**, 256-261. <https://doi.org/10.18502/ijph.v48i2.820>
- [7] Zhu, C., Yao, J.W., An, L.X., *et al.* (2020) Effects of Intraoperative Individualized PEEP on Postoperative Atelectasis in Obese Patients: Study Protocol for a Prospective Randomized Controlled Trial. *Trials*, **21**, Article No. 618. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04565-y>
- [8] Marret, E. and Bonnet, F. (2019) Lung Protective Ventilation and Thoracic Anesthesia. *Journal of Thoracic Disease*, **11**, 1426-1427. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.04.104>
- [9] 汪海松. 肺保护性通气在肥胖患者腹腔镜术中临床应用[J]. 临床医药文献杂志, 2018, 5(90): 70.
- [10] Carramiñana, A., Ferrando, C., Unzueta, M.C., *et al.* (2019) Rationale and Study Design for an Individualized Perioperative Open lung Ventilatory Strategy in Patients on One Lung Ventilation (iPROVE-OLV). *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **33**, 2492-2502. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.01.056>
- [11] Futier, E. and Jaber, S. (2014) Lung-Protective Ventilation in Abdominal Surgery. *Current Opinion in Critical Care*, **20**, 426-430. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000121>
- [12] Kneyber, M.C. (2015) Intraoperative Mechanical Ventilation for the Pediatric Patient. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **29**, 371-379. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2015.10.001>
- [13] Lee, J.-H., Ji, S.-H., Lee, H.-C., *et al.* (2020) Evaluation of the Intratidal Compliance Profile at Different PEEP Levels in Children with Healthy Lungs: A Prospective, Crossover Study. *British Journal of Anaesthesia*, **125**, 818-825.
- [14] Wong, J.J.M., Lee, S.W., Tan, H.L., *et al.* (2016) Lung-Protective Mechanical Ventilation Strategies in Pediatric Acute

- Respiratory Distress Syndrome. *Pediatric Critical Care Medicine*, **17**, 917-923.
<https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000903>
- [15] Sun, Y., Shen, S.E., Deng, X.M., *et al.* (2020) Lung Protective Ventilation in Infants Undergoing Cardiopulmonary Bypass Surgery for Congenital Heart Disease: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Pediatric Anesthesia*, **30**, No. 7. <https://doi.org/10.1111/pan.13894>
- [16] Lee, J.H., Bae, J.I., Jang, Y.E., *et al.* (2019) Lung Protective Ventilation during Pulmonary Resection in Children: A Prospective, Single-Centre, Randomised Controlled Trial. *British Journal of Anaesthesia*, **122**, 692-701.
<https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.02.013>
- [17] Lim, B.G. and Lee, I.O. (2020) Anesthetic Management of Geriatric Patients. *Korean Journal of Anesthesiology*, **73**, 8-29. <https://doi.org/10.4097/kja.19391>
- [18] Hedenstierna, G. and Edmark, L. (2015) Effects of Anesthesia on the Respiratory System. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **29**, 273-284. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2015.08.008>
- [19] Xiong, W., Chen, P., Gao, J., *et al.* (2016) Lung Protective Ventilation in Elderly Patients Undergoing Spinal Operation in the Prone Position: A Randomized Controlled Trial. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*, **36**, 215-219.
- [20] Liu, J., Meng, Z., Lv, R., *et al.* (2019) Effect of Intraoperative Lung-Protective Mechanical Ventilation on Pulmonary Oxygenation Function and Postoperative Pulmonary Complications after Laparoscopic Radical Gastrectomy. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **52**, 8523. <https://doi.org/10.1590/1414-431x20198523>
- [21] Bluth, T., Serpa Neto, A., *et al.* (2019) Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, **321**, 2292-2305. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.7505>
- [22] Shi, Z.G., Geng, W.M., Gao, G.K., *et al.* (2019) Application of Alveolar Recruitment Strategy and Positive End-Expiratory Pressure Combined with Autoflow in the One-Lung Ventilation during Thoracic Surgery in Obese Patients. *Journal of Thoracic Disease*, **11**, 488-494. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.41>
- [23] Aldenkortt, M., Lysakowski, C., Elia, N., *et al.* (2012) Ventilation Strategies in Obese Patients Undergoing Surgery: A Quantitative Systematic Review and Meta-Analysis. *British Journal of Anaesthesia*, **109**, 493-502.
<https://doi.org/10.1093/bja/aes338>
- [24] Wang, C., Zhao, N., Wang, W., *et al.* (2015) Intraoperative Mechanical Ventilation Strategies for Obese Patients: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Obesity Reviews*, **16**, 508-517. <https://doi.org/10.1111/obr.12274>
- [25] Cui, Y., Cao, R., Li, G., *et al.* (2019) The Effect of Lung Recruitment Maneuvers on Post-Operative Pulmonary Complications for Patients Undergoing General Anesthesia: A Meta-Analysis. *PLoS One*, **14**, e0217405.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217405>
- [26] Van Hecke, D., Bidgoli, J.S. and Van der Linden, P. (2019) Does Lung Compliance Optimization through PEEP Manipulations Reduce the Incidence of Postoperative Hypoxemia in Laparoscopic Bariatric Surgery? A Randomized Trial. *Obesity Surgery*, **29**, 1268-1275. <https://doi.org/10.1007/s11695-018-03662-x>
- [27] Badenes, R., Lozano, A. and Belda, F.J. (2015) Postoperative Pulmonary Dysfunction and Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery. *Critical Care Research and Practice*, **2015**, Article ID: 420513. <https://doi.org/10.1155/2015/420513>
- [28] Raikhelkar, J.K. (2007) Mechanical Ventilation for Cardiac Support. *Critical Care Clinics*, **23**, 291-298.
<https://doi.org/10.1016/j.ccc.2006.12.004>
- [29] 刘丽丽, 王庆东, 牛骊. 对接受心脏瓣膜手术的老年患者进行术中肺保护性通气的效果分析[J]. 中外医疗, 2020, 39(13): 76-78.
- [30] Schneck, M., Holder, K., Gielen, S., *et al.* (2016) Lung Protective Ventilation and Hospital Survival of Cardiac Intensive Care Patients. *Medizinische Klinik—Intensivmedizin und Notfallmedizin*, **111**, 508-513.
<https://doi.org/10.1007/s00063-015-0105-0>
- [31] 陈小莉, 魏利娟, 郭仲辉, 马亚飞. 压力控制容量保证用于婴幼儿先天性心脏病术中肺保护性通气的效果[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(4): 470-474.
- [32] Génereux, V., Chassé, M., Girard, F., *et al.* (2020) Effects of Positive End-Expiratory Pressure/Recruitment Manoeuvres Compared with Zero End-Expiratory Pressure on Atelectasis during Open Gynaecological Surgery as Assessed by Ultrasonography: A Randomised Controlled Trial. *British Journal of Anaesthesia*, **124**, 101-109.
<https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.09.040>