

全麻下Trendelenburg体位腹腔镜手术麻醉风险评估及干预的研究进展

王纯洁¹, 赵文军¹, 张毅^{2*}

¹新疆医科大学第四临床医学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学附属中医医院麻醉科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年9月25日; 录用日期: 2023年10月19日; 发布日期: 2023年10月24日

摘要

腹腔镜手术已在临床实践上普遍应用, 部分下腹部和盆部的手术需要Trendelenburg体位以达到更好的暴露效果, 尤其是一些机器人辅助的腹腔镜手术甚至需要深度Trendelenburg位的配合。这种不符合正常生理的体位和人工气腹会对人体各个系统产生不利影响, 以心血管和呼吸系统的影响最快, 并且可能导致某些罕见并发症, 如耳后出血、眩晕、脱发等, 甚至可能危及生命。本文就与TP相关的麻醉风险及干预措施展开综述, 可指导此类手术个体化预防措施, 以保证患者围术期安全。

关键词

头低脚高体位, 气腹, 临床麻醉

Research Progress on Anesthesia Risk Assessment and Intervention in Trendelenburg Position Laparoscopic Surgery under General Anesthesia

Chunjie Wang¹, Wenjun Zhao¹, Yi Zhang^{2*}

¹Forth Clinical Medical School of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Department of Anesthesiology, Affiliated Hospital of Traditional Chinese Medicine of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Sep. 25th, 2023; accepted: Oct. 19th, 2023; published: Oct. 24th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 王纯洁, 赵文军, 张毅. 全麻下 Trendelenburg 体位腹腔镜手术麻醉风险评估及干预的研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(10): 16844-16850. DOI: 10.12677/acm.2023.13102359

Abstract

Laparoscopic surgery has been commonly used in clinical practice, and some lower abdominal and pelvic procedures require the Trendelenburg position (TP) for better exposure, especially some robot-assisted laparoscopic procedures even require the deep Trendelenburg position. This unnatural physiological position and artificial pneumoperitoneum can adversely affect all systems of the body, with the cardiovascular and respiratory systems having the fastest impact. It may also lead to certain rare complications such as retroarticular hemorrhage, vertigo, and alopecia, which may even be life-threatening. This article presents a review of the anesthetic risks and interventions associated with TP that can guide individualized preventive measures for such procedures to ensure patient safety in the preoperative period.

Keywords

Trendelenburg, Pneumoperitoneum, Clinical Anesthesia

Copyright © 2023 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. 前言

随着微创技术的发展,腹腔镜手术以切口小、损伤小、出血少、患者痛苦小,手术效果好,术后恢复快等优点,已经广泛应用于妇科、泌尿外科等相关腹部手术。腹腔镜手术时常采用头低臀高截石位(Trendelenburg position, 简称 TP),该体位有利于术野暴露,使腹部脏器远离盆腔,可避免小肠和结肠膨出。TP 腹腔镜手术虽然具有更好的技术优势,但这种不符合正常生理的体位与人工气腹对患者存在许多潜在的威胁。在这类手术中,气腹压力(Pneumoperitoneum Pressure, 简称 PP)升高、膈肌升高和“相对血容量过多”与右心压力的相互作用会对脑血管、血流动力学和呼吸稳态产生严重影响,对眼内压、术后恶心呕吐、静脉血栓形成也有一定程度的影响,甚至可能危及生命。

2. 与 TP 和 PP 有关的病理生理变化

在改为 TP 后,对心血管和呼吸系统的影响最快。大多数研究表明中心静脉压(Central venous pressure, CVP)增加 53%~125%,平均动脉压(Mean arterial pressure, MAP)增加 19%~35%,主动脉直径降低约 5%,全身血管阻力(Systemic vascular resistance, SVR)的变化可高达 40% [1] [2]。有研究发现每搏输出量和 CO 显著减少,但这些参数在气腹放气并恢复为仰卧位后恢复正常[3]。此外,一项研究表明,气腹可使 SV、CO 和左心室舒张末期容积减少,但这个现象可通过 TP 改善[4]。

由于 CO₂ 具有高度可溶性,易被人体大量吸收,造成动脉 CO₂ 分压(PaCO₂)升高和 pH 下降,刺激外周和中枢感受器,使肺通气量增加。但由于膈肌上抬胸内压升高,肺顺应性降低,潮气量和肺泡通气量减少,气道压升高,生理性死腔增加和通气/血流比值失调[5],可发生肺不张。在腹腔镜手术中,胸壁的机械变化可通过导致动脉血氧分压(Arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)轻度降低和动脉血二氧化碳分压(Arterial carbon dioxide partial pressure, PaCO₂)增加来影响气体交换,这些变化会随着恢复到平卧位并释放气腹而恢复到基线水平[6]。

3. 心血管系统相关风险和干预

如前所述,采用 TP 时,由于重力因素,静脉回流量增加,而 MAP 也随之增加,但 MAP 升高较 CVP 更显著,这可能对心脏产生一定损害作用,加重二尖瓣关闭不全。这与 Popescu 等人研究结果一致,二氧化碳气腹及 TP 会造成心功能明显损害,如心输出量下降,术中新发的舒张功能障碍等[7]。另外,长时间 CO₂ 气腹可导致不同程度的高碳酸血症,当气腹压力超过 55 mm Hg 后,高碳酸血症可导致心肌抑制,这种变化来源于高碳酸血症的直接影响或者是自主神经系统的间接影响[8]。

研究发现[9],由于气腹、麻醉操作、手术刺激等因素,腹腔镜手术时可以监测到白细胞介素 1 (Interleukin-1, IL-1)、白细胞介素 6 (Interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子 α (Tumor necrosis factor- α , TNF- α) 等炎性因子释放增多。TNF- α 通常出现在炎症反应的早期阶段,并促进 IL-6 等炎症因子的产生,引发持续的炎症反应[10]。IL-6 作为危险性心血管事件的预测因子,发挥负性肌力作用和细胞毒性作用,引起左心室结构和功能损害。目前针对心血管系统的研究旨在减轻与 Trendelenburg 体位相关的生理变化[11]。右美托咪定作为静脉辅助药可通过直接或间接影响免疫细胞而发挥抗炎作用,也可通过激活信号转导通路来降低炎性因子(如 IL-1, IL-6 和 TNF- α)的水平,最终降低心率和 MAP 变异性[10]。全身麻醉诱导期是整个麻醉过程中最易发生低血压的时段,在诱导期采用 TP20° 体位相较平卧位可使低血压发生率降低,并维持诱导期血流动力学稳定,且对其有治疗作用,并可减少心血管活性药物的使用[12]。

4. 呼吸系统相关风险和干预

患者采用 TP 后膈肌向上移动,导致肺体积和肺顺应性下降,气道阻力随之增加,有可能增加肺动脉压力和肺毛细血管楔压,导致肺通气-血流比例失调[5],显著提高了并发气胸、肺不张和纵隔肺气肿的危险。在超重肥胖患者或有潜在肺部疾病的患者身上,则会加剧这种风险,持续时间或许更长。

临床工作中,麻醉医生通常使用调整通气参数,如延长吸气时间、增加呼气末正压(Positive end-expiratory pressure, PEEP)、间断肺复张等手段来改善氧合。全身麻醉诱导期间 85%~90% 的患者在诱导 5 min 内即可出现不同程度的肺不张,采用个体化 PEEP 可有效防止术后肺不张。由于机器人辅助的前列腺癌根治术需 TP30° 且需更高的气腹压力(12~14 mm Hg),麻醉诱导后在 PEEP 基础上加用肺复张,使患者术中低氧血症及术后肺部并发症的发生率均显著降低[13]。关于最佳 PEEP 的设定方式有所不同, Lee 等人认为实现理想氧合的“最佳 PEEP”为 7 cm H₂O [14]。但 Park 等人认为最小驱动压指导最佳 PEEP 设置较固定 PEEP 值(5 cm H₂O)更能够改善患者术中呼吸功能,提高患者氧合[15]。而延长吸气时间能在患者气体交换时产生积极作用,主要体现在降低气道峰压,提高肺顺应性,维持肺泡处于膨胀状态,防止肺泡塌陷方面,有效提高供氧效率,减少气压性创伤的发生[16]。

另外,可通过改变机械通气模式来强化对采用 TP 患者的肺保护。压力控制通气-容量保证通气(Pressure-controlled ventilation-volume guaranteed, PCV-VG)模式适用于 TP 下腹腔镜手术,降低高气道压导致的潜在气道和肺泡损伤的同时保证肺泡有效通气和换气。原因是 PCV-VG 模式肺动态顺应性高于容积控制通气(Volume-controlled ventilation, VCV)模式,患者术中肺顺应性和气道阻力的变化小,在达到预设的潮气量、保证肺泡有效通气方面更佳[17]。此外, Jeong 等人发现,与间歇性手动辅助下的自主呼吸相比,在全麻苏醒期使用压力支持通气使术后肺不张的发生率降低 30% [18]。总的来说,目前对头低位腹腔镜手术的患者术中采用小潮气量、适当加快呼吸频率、低 PEEP 并联合应用手法肺复张的肺保护性通气策略是比较安全可行的[13]。

5. 神经系统相关风险和干预

在 TP 和 PP 的影响下,术中患者脑血流的变化与 MAP、CVP 及 PaCO₂ 有关[19]。膈肌和腹腔内脏器

向头端移位,会导致肺顺应性降低,气道压力和胸膜腔压力的升高进一步升高 CVP。CO₂气腹期间部分 CO₂ 吸收入血液,加上肺通气换气功能受到影响后,血液中 CO₂ 分压会明显升高,脑血管随之扩张,脑血流增多。由于 CVP 的升高导致静脉回流受阻,进而颅内压(intracranial pressure, ICP)升高,过高的 ICP 可能会改变脑血流量,引发脑灌注压力、脑氧合及脑功能等方面连锁反应,甚至出现嗜睡、围术期神经认知障碍(Perioperative neurocognitive disorder, PND)及脑水肿等严重并发症[20]。近些年临床应用无创脑氧饱和度监测仪监测局部脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation, rSO₂),可实时、连续、无创地监测脑灌注变化。而超声测量视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)作为一种无创、准确的有效手段,来间接反映 ICP 在临床上也得到广泛的应用。目前认为,不同的通气模式、气腹压力均会影响颅内压的高低[21] [22]。术中采用 PCV 模式和较低的 PP,并监测 rSO₂ 进行更为精准的术中脑氧供需平衡和血压管理,监测 ONSD 评估颅内压变化,可缓解 TP 下颅内压升高,避免术后神经功能并发症的发生,优化老年患者麻醉管理质量[23]。

6. 眼部相关风险和干预

人工气腹对眼内压(Intra-ocular Pressure, IOP)的影响一方面是由于腹部物理压力增加导致膈肌向胸腔内移位,另一方面是气腹增加腹腔压力后,二氧化碳吸收入血速度加快,导致呼气末二氧化碳分压(partial pressure of end-tidal carbon dioxide, P_{ET}-CO₂)迅速升高[24],眼部脉络膜血管扩张,毛细血管压力增加和房水增多,从而导致 IOP 升高[25]。而 TP 导致回心血量大幅增加,头面部的静脉回流受阻;腹腔内脏器和膈肌在重力和气腹压力下顶入胸腔,使肺功能严重受限,从而大幅度增加 IOP,并且这种 IOP 的增加程度与头低位时间呈线性正相关[26]。研究报告说,眼压升高可能是眼科并发症的危险因素,包括缺血性视神经病变,视网膜动脉阻塞和青光眼恶化[27]。对于老年患者和有青光眼易感因素病史的患者,如糖尿病、高血压患者,该影响或将更显著,甚至导致失明。有人尝试用盐酸多佐胺-马来酸噻吗洛尔滴剂降低机器人辅助下腹腔镜手术患者眼压的升高,效果显著。该药物通过抑制睫状突中的碳酸酐酶 II 和直接作用于睫状突中的 β_2 肾上腺素能受体来减少房水的产生,从而降低眼压[28] [29]。应用右美托咪定也可有效减少手术期间的 IOP。右美托咪定可高度结合位于睫状上皮的 α_2 肾上腺素能受体,从而抑制腺苷酸环化酶的活性,减少环状单磷酸腺苷的产生,并减少房水的形成[30]。此外,在周围血管收缩和中枢介导的交感神经同时发生的情况下,右美托咪定可能导致平均动脉压降低,同时在睫状体中引起直接传入动脉血管收缩,从而导致睫状血流量减少,并随后减少房水形成[31]。也有研究者通过改良的 Z TP (头肩保持水平的 TP)使 IOP 下降 4.6 mm Hg [32]。

7. 肥胖患者的相关风险和干预

仰卧位的清醒肥胖患者中,膈肌和肋间肌的主动收缩对抗胸部和腹部脂肪的压碎重量,从而保持呼气末肺容量并维持肺通气。麻醉诱导和肌肉放松后,膈肌和胸腔呼吸肌变得被动,肺部完全承受腹部、纵隔和皮下脂肪组织的压倒性压力。相当比例在接受全身麻醉的肥胖患者在插管后会出现气道关闭,并伴有不同程度的气道开放压力。当气腹与 Trendelenburg 位相结合时,气道开口压力随着呼气末食管压力和气腹充气压力的升高而持续增加[33]。临床工作中,可以通过改变体位和采用不同的通气模式来改善肥胖患者的氧合。Parker 等人的一项研究报告说,肥胖的通气患者应采用半卧位或反向 Trendelenburg 体位。两种体位均可降低肺不张和胸内压,改善通气-血流比值并减少通过 PaO₂ 测量的低氧血症。目前的研究结果表明,反向 Trendelenburg 位显著改善了 PaO₂ 的氧合参数和低氧指数[34]。彭永保等人指出,小潮气量通气联合间歇性手法肺复张可以明显降低肥胖患者 TP 腹腔镜手术中的气道压力,提高术中呼吸系统的顺应性[35]。

8. 术后恶心呕吐和干预

TP 腹腔镜术后恶心呕吐(postoperative nausea and vomiting, PONV)的发生与术中 ICP 的升高有关[36]。CO₂ 气腹和 TP 的结合导致腹腔镜子宫切除术期间 ONSD 显著增加, 且 ONSD 的增加程度与 PONV 和复苏前三小时内发生的头痛显著相关。TP 腹腔镜手术期间较高的 rSO₂ 升高幅度和一定范围内充足的输血量是 PONV 的独立保护因素。术前存在 PONV 史或晕动症以及术中舒芬太尼用量增加均是 PONV 的独立危险因素。术中监测 rSO₂ 有助于识别 PONV 的高危患者, 对于术中 rSO₂ 有下降趋势的患者更应注意预防 PONV 的发生[37]。

9. 总结

综上所述, TP 腹腔镜手术在优化外科可视性操作的同时, 会潜移默化的对全身各个系统带来不同程度的影响, 且持续时间越长, 影响越大。麻醉医生可以在围术期与外科医生共同协商气腹压力和 TP 角度, 并采取已获得临床研究证实的干预措施降低其不利影响, 以保障患者围术期安全。今后还需更多的临床研究为特殊体位下的腹腔镜手术麻醉风险提供理论证据, 并积极研究相关机制, 进行临床药物干预实验, 进一步研究安全、有效的保护措施。

参考文献

- [1] Lestar, M., Gunnarsson, L., Lagerstrand, L., *et al.* (2011) Hemodynamic Perturbations during Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy in 45° Trendelenburg Position. *Anesthesia & Analgesia*, **113**, 1069-1075. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182075d1f>
- [2] Meiningner, D., Westphal, K., Bremerich, D.H., *et al.* (2008) Effects of Posture and Prolonged Pneumoperitoneum on Hemodynamic Parameters during Laparoscopy. *World Journal of Surgery*, **32**, 1400-1405. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9424-5>
- [3] Hirvonen, E.A., Nuutinen, L.S. and Kauko, M. (1995) Hemodynamic Changes Due to Trendelenburg Positioning and Pneumoperitoneum during Laparoscopic Hysterectomy. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **39**, 949-955. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1995.tb04203.x>
- [4] Russo, A., Marana, E., Viviani, D., *et al.* (2009) Diastolic Function: The Influence of Pneumoperitoneum and Trendelenburg Positioning during Laparoscopic Hysterectomy. *European Journal of Anaesthesiology*, **26**, 923-927. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32832cb3c9>
- [5] Lebowitz, P., Yedlin, A., Hakimi, A.A., *et al.* (2015) Respiratory Gas Exchange during Robotic-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*, **27**, 470-475. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.06.001>
- [6] Kalmar, A.F., Foubert, L., Hendrickx, J.F.A., *et al.* (2010) Influence of Steep Trendelenburg Position and CO₂ Pneumoperitoneum on Cardiovascular, Cerebrovascular, and Respiratory Homeostasis during Robotic Prostatectomy. *British Journal of Anaesthesia*, **104**, 433-439. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq018>
- [7] Popescu, W.M., Bell, R., Duffy, A.J., *et al.* (2011) A Pilot Study of Patients with Clinically Severe Obesity Undergoing Laparoscopic Surgery: Evidence for Impaired Cardiac Performance. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **25**, 943-949. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2010.11.012>
- [8] Chen, J.B., Chen, G.Y., Wei, S.D., *et al.* (2017) Inflammatory Factor in Donor Liver and Its Effect on Recipient Myocardial Injury after Liver Transplantation. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **21**, 4362-4368.
- [9] Chen, J., Jiang, Z., Zhou, X., *et al.* (2019) Dexmedetomidine Preconditioning Protects Cardiomyocytes against Hypoxia/Reoxygenation-Induced Necroptosis by Inhibiting HMGB1-Mediated Inflammation. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, **33**, 45-54. <https://doi.org/10.1007/s10557-019-06857-1>
- [10] Wen, Q.P., Miao, Z., Wu, P., *et al.* (2020) Whole-Course Application of Dexmedetomidine Combined with Ketorolac in Nonnarcotic Postoperative Analgesia for Patients with Lung Cancer Undergoing Thoracoscopic Surgery: A Randomized Control Trial. *Pain Physician*, **23**, E185-E193.
- [11] Rodondi, N., Marques-Vidal, P., Butler, J., *et al.* (2010) Markers of Atherosclerosis and Inflammation for Prediction of Coronary Heart Disease in Older Adults. *American Journal of Epidemiology*, **171**, 540-549. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp428>
- [12] 赵亚娟, 王伟芝, 张少杰, 等. 头低脚高位 20°对胃切除术患者全身麻醉诱导期低血压的影响[J]. 临床麻醉学杂志

- 志, 2017, 33(4): 356-359.
- [13] 围术期肺保护性通气策略临床应用专家共识[J]. 中华麻醉学杂志, 2020, 40(5): 513-519.
- [14] Lee, H.J., Kim, K.S., Jeong, J.S., *et al.* (2013) Optimal Positive End-Expiratory Pressure during Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Korean Journal of Anesthesiology*, **65**, 244-250. <https://doi.org/10.4097/kjae.2013.65.3.244>
- [15] Park, M., Ahn, H.J., Kim, J.A., *et al.* (2019) Driving Pressure during Thoracic Surgery. *Anesthesiology*, **130**, 385-393. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002600>
- [16] Matanes, E., Weissman, A., Rivlin, A., *et al.* (2018) Effects of Pneumoperitoneum and the Steep Trendelenburg Position on Heart Rate Variability and Cerebral Oxygenation during Robotic Sacrocolpopexy. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, **25**, 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2017.07.009>
- [17] 秦海倩, 卢悦淳, 孙健, 等. PCV-VG 对 Trendelenburg 体位腹腔镜手术老年患者的肺保护作用[J]. 中华麻醉学杂志, 2020, 40(2): 151-155.
- [18] Jeong, H., Tanatporn, P., Ahn, H.J., *et al.* (2021) Pressure Support versus Spontaneous Ventilation during Anesthetic Emergence—Effect on Postoperative Atelectasis: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology*, **135**, 1004-1014. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003997>
- [19] 冷雪艳, 夏晓琼, 陶志国, 等. 妇科腹腔镜手术中 Trendelenburg 体位合并气腹条件下患者脑血流变化的影响[J]. 医学信息, 2020, 33(8): 125-127.
- [20] Robba, C., Cardim, D., Donnelly, J., *et al.* (2016) Effects of Pneumoperitoneum and Trendelenburg Position on Intracranial Pressure Assessed Using Different Non-Invasive Methods. *British Journal of Anaesthesia*, **117**, 783-791. <https://doi.org/10.1093/bja/aew356>
- [21] 王祖文, 黎合剑, 张静, 等. 不同通气模式对老年腹腔镜结直肠癌手术患者视神经鞘直径的影响[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(17): 2224-2228.
- [22] 史斌, 胡敬利, 孙庆旭. CO₂ 气腹压力对老年患者腹腔镜直肠癌手术后认知功能、脑应激因子及脑供氧水平的影响[J/OL]. 腹腔镜外科杂志, 2020, 25(7): 529-533. <https://doi.org/10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2020.07.529>
- [23] 朱泽飞, 孙振涛, 杨贯宇, 等. 长时间 CO₂ 气腹和 Trendelenburg 体位对中老年患者直肠癌根治术中脑氧饱和度的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(2): 152-155.
- [24] 王志刚, 石文汇, 侯俊德, 等. 呼气末正压通气对腹腔镜宫颈癌根治术患者眼压和视神经鞘直径的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(5): 457-461.
- [25] 左艳霞, 秦寿泽, 张凤敏, 等. 妇科腹腔镜手术中气腹与非气腹对呼吸、循环功能及眼内压影响的比较[J]. 疑难病杂志, 2016, 15(7): 720-724.
- [26] 周路阳, 蒋忠. 腹腔镜前列腺癌根治术患者术中眼内压升高的多因素分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2013, 29(4): 331-333.
- [27] Kitamura, S., Takechi, K., Nishihara, T., *et al.* (2018) Effect of Dexmedetomidine on Intraocular Pressure in Patients Undergoing Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy under Total Intravenous Anesthesia: A Randomized, Double Blinded Placebo Controlled Clinical Trial. *Journal of Clinical Anesthesia*, **49**, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.06.006>
- [28] Francis, B. (2008) Rational Use of the Fixed Combination of Dorzolamide-Timolol in the Management of Raised Intraocular Pressure and Glaucoma. *Clinical Ophthalmology*, **2**, 389-399. <https://doi.org/10.2147/OPHT.S1813>
- [29] 邵大清, 朱容艳, 邹杨华, 等. 布林佐胺对妇科腹腔镜手术患者眼内压的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(3): 299-301.
- [30] Chang, C.Y., Chen, H.A., Chien, Y.J., *et al.* (2021) Attenuation of the Increase in Intraocular Pressure with Dexmedetomidine: Systematic Review with Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis. *Journal of Clinical Anesthesia*, **68**, Article ID: 110065. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.110065>
- [31] Shim, M.S., Kim, K.Y. and Ju, W.K. (2017) Role of Cyclic AMP in the Eye with Glaucoma. *BMB Reports*, **50**, 60-70. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2017.50.2.200>
- [32] Raz, O., Boesel, T.W., Arianayagam, M., *et al.* (2015) The Effect of the Modified Z Trendelenburg Position on Intraocular Pressure during Robotic Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy: A Randomized, Controlled Study. *Journal of Urology*, **193**, 1213-1219. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.10.094>
- [33] Grieco, D.L., Anzellotti, G.M., Russo, A., *et al.* (2019) Airway Closure during Surgical Pneumoperitoneum in Obese Patients. *Anesthesiology*, **131**, 58-73. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002662>
- [34] Manning, S. (2020) The Crashing Obese Patient. *Emergency Medicine Clinics of North America*, **38**, 857-869. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2020.06.013>

- [35] 彭永保, 周群, 郑剑锋, 等. 小潮气量通气联合间歇性肺复张在肥胖患者 Trendelenburg 体位腹腔镜手术中的应用[J]. 江西医药, 2021, 56(7): 955-957+970.
- [36] Yilmaz, G., Akca, A., Kiyak, H., *et al.* (2020) Elevation in Optic Nerve Sheath Diameter Due to the Pneumoperitoneum and Trendelenburg Is Associated to Postoperative Nausea, Vomiting and Headache in Patients Undergoing Laparoscopic Hysterectomy. *Minerva Anestesiologica*, **86**, 270-276.
<https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R02Y2020N03A0270>
<https://doi.org/10.23736/S0375-9393.19.13920-X>
- [37] 刘琳琳, 彭科, 嵇富海, 等. Trendelenburg 体位腹腔镜术中局部脑氧饱和度与术后恶心呕吐的相关性[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(7): 769-772.