

# 非气管插管保留自主呼吸麻醉下胸腔镜手术的应用进展

许可, 熊荣生\*

广西壮族自治区南溪山医院胸外科, 广西 桂林

收稿日期: 2022年5月21日; 录用日期: 2022年6月11日; 发布日期: 2022年6月21日

## 摘要

随着腔镜技术的发展, 胸腔镜在19世纪90年代初期已被应用于胸科疾病的诊疗, 经过多年的不断发展, 胸腔镜的应用在胸外科领域迅速推广, 现已成为胸外科常规手术方式。传统胸腔镜手术, 常规采用双腔气管插管麻醉, 这种麻醉方式给胸腔镜手术提供良好的手术视野的同时也存在气道损伤、肺部感染等风险, 阻碍了患者的快速康复, 为了避免这些并发症的发生, 达到整体微创和快速康复的效果, 非气管插管保留自主呼吸麻醉逐渐应用于胸腔镜各类手术中, 多位学者研究表明, 在特定的病例中, 非气管插管保留自主呼吸麻醉在胸腔镜治疗中是安全、可行的。

## 关键词

非气管插管, 自主呼吸, 单孔胸腔镜

# The Application Progress of Thoracoscopy under Non-Tracheal Intubation Reserved Spontaneous Respiratory Anesthesia

Ke Xu, Rongsheng Xiong\*

Department of Thoracic Surgery, Nanxi Hill Hospital of the Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guilin Guangxi

Received: May 21<sup>st</sup>, 2022; accepted: Jun. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Jun. 21<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

With the development of endoscopic technology, thoracoscopy has been applied in the diagnosis

\*通讯作者。

and treatment of chest diseases in the early 1890s. After years of continuous development, the application of thoracoscopy has been rapidly popularized in the field of thoracic surgery, and has become a routine surgical method in thoracic surgery. In traditional thoracoscopic surgery, double-cavity endotracheal intubation is commonly used for anesthesia. This anesthesia provides a good surgical field for thoracoscopic surgery, but also has risks such as airway injury and lung infection, which hinders the rapid recovery of patients. In order to avoid the occurrence of these complications and achieve overall minimally invasive and rapid recovery, non-tracheal intubation reserved spontaneous respiratory anesthesia has been gradually applied in various thoracoscopic surgeries. Several scholars have shown that in specific cases, non-tracheal intubation reserved spontaneous respiratory anesthesia is safe and feasible in thoracoscopic treatment.

## Keywords

Non-Tracheal Intubation, Spontaneous Respiration, Single-Port Thoracoscopy

Copyright © 2022 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

胸腔镜手术(video-assisted thoracic surgery, VATS)经过 20 多年的发展,已经成为了胸科疾病诊疗的标准术式[1]。经过医疗器械的不断发展及临床医师的不断探索,胸腔镜手术越来越微创化,多元化。传统 VATS 手术,常规采用双腔气管插管全身麻醉,为了避免肌肉松弛剂的残留作用和气管插管引起的全身并发症,非气管插管麻醉也被应用于 VATS 手术中。随着麻醉及外科技术的不断发展,目前自主呼吸下的非气管插管麻醉在 VATS 中得到了广泛的应用,获得越来越多的外科及麻醉科医师的青睐。本文将对非气管插管保留自主呼吸麻醉的发展历程、方式选择、临床应用、优劣势等方面分别予以综述。

## 2. 发展历程

1928 年, Guedel 发明了气管内导管,3 年后, Gale 和 Waters [2]将该导管插入健康肺部的支气管,实现单肺通气(one-lung ventilation, OLV)。然而,直到 20 世纪 60 年代,机械通气才被引入。在外科医生处理医源性气胸之前,通气是自发的或人工辅助的,膈肌保持活动,肺活动性存在。1956 年, Vischnevski 开发了一种多模式技术,通过阻断颈部的膈神经和迷走神经,增加广泛的肋间阻滞,最后开胸后在肺门处注射普鲁卡因行局部浸润麻醉。通过这项技术, Vischnevski [3]实施了 600 多项大型肺部手术。1960 年, Ossipov [4]发表了一系列使用类似技术进行的 3000 多例手术。1960 年以后,机械通气的引入和 OLV 的改进使得胸外科得到进一步发展。2004 年, Pompeo [5]等证明,通过使用硬膜外麻醉,在清醒患者中进行胸外科手术是可行的。然而,对于需要肺叶切除术的患者,手术仍需在全身麻醉下进行的。

回顾 VATS 的麻醉,我们可以发现在非气管插管患者的手术之间的一些差异。在患者清醒或微镇静状态下进行的手术主要是楔形或周围性结节切除术[6] [7],其他在较深度镇静状态下进行的手术主要包括一些大型肺手术,如肺段切除术或肺叶切除术[8] [9]。2007 年, Al-Abdullatif [10]等人显示在患者清醒或轻度镇静的情况下,可以进行一些重大胸外科手术,甚至开胸肺切除术。

如今,随着 VATS 向微创技术的发展,如单孔 VATS,我们可以考虑避免气管插管全身麻醉的可能性[11]。Zheng, H [12] [13]等报道,非气管插管 VATS 可适用于肺叶及肺段切除。Lirio [14]等认为非气管

插管保留自主呼吸麻醉下 VATS 甚至可以扩大到复杂的气管和隆突切除重建术。多位学者的临床研究已证实, 在特定的病例中, 非气管插管保留自主呼吸麻醉下胸腔镜治疗中是安全、可行的[15] [16] [17]。

### 3. 麻醉选择

目前临床上非气管插管技术采取的麻醉方式有很多, 包括全身静脉麻醉, 硬膜外麻醉, 椎旁神经阻滞, 肋间神经阻滞, 迷走神经阻滞, 前锯肌神经阻滞等[18]。Ahn [19]等人阐述了非气管插管麻醉的概念, 该概念主要依赖于通过靶控静脉注射异丙酚和瑞芬太尼对所有患者进行深度镇静, 而镇静水平由双频谱指数(bispectral index, BIS)监测, 使指数值保持在 40~60 之间, 而不使用吸入麻醉和气管插管。欧洲胸外科医师学会的一项调查发现[20], 在非气管插管保留自主呼吸麻醉中, 肋间神经阻滞麻醉为主的麻醉方式约占 59%, 硬膜外麻醉为主的麻醉方式约占 20%。肋间神经阻滞的镇痛效果不如上述两种方式, 但并发症较少。何建行教授等通过胸段硬膜外麻醉, 辅以迷走神经阻滞及静脉镇静镇痛, 获得满意的麻醉效果, 手术过程平稳, 无明显纵膈摆动及刺激性呛咳, 是目前主要采用的麻醉模式。近年来, 对于部分患者采取喉罩配合复合麻醉行 VATS 手术可以作为更好的选择[21]。尽管使用非插管方法可能引起一些与自发性肺萎陷、氧合、触发咳嗽反射和纵膈移位有关的担忧。然而, 使用适当的麻醉技术, 加上外科医生在 VATS 中的手术经验, 可以帮助克服这些缺点[22] [23]。

## 4. 临床应用

### 4.1. 肺结节切除术

Mineo 和 Pompeo [5]等描述了清醒状态下胸腔镜肺结节切除和其他胸部简单手术具有更快的恢复, 更少的死亡率和提供高风险患者手术可能性的特点; 与双腔气管插管硬膜外全麻相比, 非气管插管硬膜外麻醉 VATS 在总体手术时间、术后恢复、护理需求和总体住院时间方面都有优势。他们还强调了免疫反应衰减和应激释放激素水平下降的潜在影响。Tsai 和 Chen [24]报道了一例使用非气管插管胸腔镜技术进行双侧肺结节切除的病例, 患者麻醉耐受良好。

### 4.2. 胸腺切除术

重症肌无力患者, 使用肌肉松弛剂可延长机械通气或再插管时间。此外, 当肌肉松弛剂后前纵膈肿物压迫气道时, 插管全身麻醉的风险可能会增加。有研究报道非气管插管 VATS 胸腺切除术使用胸硬膜外麻醉和避免肌肉松弛剂的可行性和令人满意的结果[25]。Yoshio [26]等对 3 例重症肌无力患者在高位胸硬膜外麻醉下完成扩大胸腺切除术, 平均手术时间为  $2.0 \pm 0.5$  个小时, 3 例患者术后 1 小时内均能在重症监护病房内饮水和行走, 术后第一天拔除引流管, 术后第 2 天拔除硬膜外导管。术后无呼吸功能不全(包括肌无力危象)、肺不张、肺栓塞、心律失常、出血等并发症发生。

### 4.3. 肺气肿和肺减容手术

肺减容手术有很高的并发症发生率。对于自主呼吸下的肺气肿患者, 肺切除技术的使用是有争议的。2006 年, Mineo [6]等人在患者非气管插管胸椎硬膜外麻醉下进行肺减容手术。他们的进一步研究包括一项随机试验, 该试验表明非气管插管麻醉下非切除肺减容手术显著提高了肺功能。与常规气管插管全身麻醉相比, 非气管插管麻醉的术后漏气时间和住院时间明显缩短, 3 年生存率相当。

### 4.4. 解剖性肺切除术

在非气管插管患者中, 简单胸腔手术和解剖性肺切除术有着较大的区别。手术并发症的风险相较于气管插管麻醉患者其发生肺门大出血的潜在风险更高。用 VATS 进行肺叶切除并清扫纵膈淋巴结, 通常

手术时间较长, 频繁的肺牵引和肺门操作, 会引起非气管插管患者的咳嗽反射。Chen [9]等人在 2011 年报告了他们对非气管插管肺叶切除术的初步经验。他们使用三孔 VATS 技术和硬膜外疼痛控制和同侧胸内迷走神经阻滞控制咳嗽反射。他们的结论是, 早期非小细胞肺癌的非气管插管 VATS 肺叶切除术、肺段切除术和纵隔淋巴结切除术是安全的。Wu [27]等人的研究中, 研究了非气管插管 VATS 在老年患者中的可行性, 他们比较了 36 例非气管插管患者和 48 例气管插管患者, 插管组出现喘鸣 3 例, 谵妄 4 例, 非气管插管组无谵妄发生。手术时间、住院时间结果相似。Liu [28]等人对 354 例患者进行了一项随机试验, 比较非气管插管与全麻单肺通气 VATS、小范围切除和肺叶切除的差异, 结果显示, 174 名非气管插管麻醉患者中有 7 人(4%)需要转换为单肺通气全身麻醉。作者还发现, 非气管插管组支气管肺泡灌洗液中肿瘤坏死因子- $\alpha$  浓度较低, 禁食时间和术后使用抗生素的时间较短, 术后并发症发生率明显低于对照组。有学者发表了他们使用非气管插管技术进行解剖性肺段切除术的经验, 并取得了良好的术后效果, 平均住院时间为 5 天, 但病例多为早期肺部肿瘤[29]。

## 5. 适用症与禁忌症

建立一个完善的非气管插管麻醉 VATS 方案对病人的安全至关重要。它应该包括适应症和禁忌症, 其适应症包括既往无胸腔手术史, 心肺脑功能良好, 气道分泌物少, 无严重胸腔粘连, 手术步骤相对简单、手术时间短, 并且需要制定一个清晰的紧急转换插管的应急预案。其禁忌症为:缺乏经验的手术团队、BMI (Body Mass Index) > 30、血流动力学不稳定、气道管理困难、术中外科医生和麻醉师之间缺乏沟通、有神经障碍的患者、广泛胸膜粘连患者[30] [31]。

## 6. 非气管插管保留自主呼吸麻醉的优劣势

在过去的十年里, 非气管插管麻醉 VATS 在众多文献中被证明是一种安全可行的替代传统插管手术的方法, 可用于小或大的胸外科手术, 包括肿瘤切除术。Chen [9]等人认为, 非气管插管麻醉肺叶切除术治疗肺癌与改善术后预后相关, 这将加快患者恢复日常活动的速度。Wu [27]等人认为对于老年患者, 非气管插管麻醉方式因血流动力学状态更稳定、住院时间更短, 应成为胸外科手术的麻醉策略。Solli [32]等指出, 全身麻醉、单肺通气、促炎性介质的释放以及肌肉松弛剂和麻醉药物的副作用都可能导致一些并发症, 这些并发症可以通过非气管插管麻醉避免。Al Ghamdi [33]等在对 62 例患者的回顾性分析中指出, 接受非气管插管 VATS 肺叶切除术的肺癌患者的围手术期预后与接受常规 VATS 肺叶切除术的患者相似。研究发现[34] [35] [36], 非气管插管麻醉还存在其他优势, 如改善器官灌注, 表现为尿流增加, 炎症反应少, 对肺实质创伤少, 术后肺部并发症少。

然而, 对于非气管插管保留自主呼吸麻醉, 我们也需要关注包括低氧血症、高碳酸血症, 咳嗽反射, 纵膈摆动及控制出血[9] [33]等方面的管理。我们必须承认非气管插管麻醉也有其自身的风险, 这通常是技术上的或与患者的选择标准有关。因此, 我们认为, 一旦应用了合适的患者选择标准, 在非气管插管麻醉中, VATS 可以安全进行, 而且效果比全身麻醉更好[37] [38]。

## 7. 小结与展望

非气管插管保留自主呼吸麻醉下 VATS 的可行性、安全性和有效性已被众多学者证明, 其相较于气管插管麻醉有诸多优势, 是一项有发展前景的医学技术, 具有一定的社会经济价值。随着更多中心采用此项技术, 以及麻醉技术和手术技能的改进, 手术适应证的扩大, 更多的患者将从中受益。然而, 建立完整、系统的手术评估体系和手术规范将是保证手术安全性的根本, 同时, 远期临床疗效需要在多中心、大样本量的前瞻性临床试验中进一步评估。

## 基金项目

非气管插管保留自主呼吸麻醉下单孔胸腔镜肺段切除术的临床研究, 桂林市自筹经费科技项目(合同编号 20210107z)。

## 参考文献

- [1] Elkhayat, H. and Gonzalez-Rivas, D. (2019) Non-Intubated Uniportal Video-Assisted Thoracoscopic Surgery. *Journal of Thoracic Disease*, **11**, 220-222. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.02.05>
- [2] Guedel, A.E. and Waters, R. (1928) A New Intratracheal Catheter. *Anesthesia & Analgesia*, **7**, 238-239. <https://doi.org/10.1213/00000539-192801000-00089>
- [3] Vischnevski, A.A. (1954) Local Anesthesia in Thoracic Surgery: Lungs, Heart and Esophagus. *Minerva Anestesiologica*, **20**, 432-435.
- [4] Ossipov, B.K. (1960) Local Anesthesia in Thoracic Surgery: 20 Years Experience with 3265 Cases. *Anesthesia & Analgesia*, **39**, 327-332. <https://doi.org/10.1213/00000539-196007000-00012>
- [5] Pompeo, E., Mineo, D., Rogliani, P., et al. (2004) Feasibility and Results of Awake Thoracoscopic Resection of Solitary Pulmonary Nodules. *The Annals of Thoracic Surgery*, **78**, 1761-1768. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.05.083>
- [6] Mineo, T.C., Pompeo, E., Mineo, D., et al. (2006) Awake Nonresectional Lung Volume Reduction Surgery. *Annals of Surgery*, **243**, 131-136. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000182917.39534.2c>
- [7] Pompeo, E., Tacconi, F. and Mineo, T.C. (2010) Awake Video-Assisted Thoracoscopic Biopsy in Complex Anterior Mediastinal Masses. *Thoracic Surgery Clinics*, **20**, 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2010.01.003>
- [8] Chen, K.C., Cheng, Y.J., Hung, M.H., et al. (2012) Nonintubated Thoracoscopic Lung Resection: A 3-Year Experience with 285 Cases in a Single Institution. *Journal of Thoracic Disease*, **4**, 347-351.
- [9] Chen, J.S., Cheng, Y.J., Hung, M.H., et al. (2011) Nonintubated Thoracoscopic Lobectomy for Lung Cancer. *Annals of Surgery*, **254**, 1038-1043. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31822ed19b>
- [10] Al-Abdullatif, M., Wahood, A., Al-Shirawi, N., et al. (2007) Awake Anaesthesia for Major Thoracic Surgical Procedures: An Observational Study. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **32**, 346-350. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2007.04.029>
- [11] Gonzalez-Rivas, D., Fernandez, R., De La Torre, M., et al. (2014) Single-Port Thoracoscopic Lobectomy in a Nonintubated Patient: The Least Invasive Procedure for Major Lung Resection? *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, **19**, 552-555. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu209>
- [12] Zheng, H., Hu, X.F., Jiang, G.N., et al. (2017) Nonintubated-Awake Anesthesia for Uniportal Video-Assisted Thoracic Surgery Procedures. *Thoracic Surgery Clinics*, **27**, 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2017.06.008>
- [13] Hung, W.-T., Cheng, Y.-J. and Chen, J.-S. (2020) Video-Assisted Thoracoscopic Surgery Lobectomy for Lung Cancer in Nonintubated Anesthesia. *Thoracic Surgery Clinics*, **30**, 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2019.09.002>
- [14] Lirio, F., Galvez, C., Bolufer, S., et al. (2018) Tubeless Major Pulmonary Resections. *Journal of Thoracic Disease*, **10**, 2664-2670. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.06.48>
- [15] Hung, W.-T., Cheng, Y.-J. and Chen, J.-S. (2019) Nonintubated Thoracoscopic Surgery for Early-Stage Non-Small Cell Lung Cancer. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **10**, 47-54.
- [16] Tsai, T.M., Lin, M.W., Hsu, H.H., et al. (2017) Nonintubated Uniportal Thoracoscopic Wedge Resection for Early Lung Cancer. *Journal of Visualized Surgery*, **11**, 155. <https://doi.org/10.21037/jovs.2017.08.21>
- [17] 钟云鹏, 何建行, 李树本. 无管化电视胸腔镜在肺癌手术中的应用[J]. 临床外科杂志, 2020, 28(7): 624-626.
- [18] Saad, F.S., Ei Baradie, S.Y., Abdel Aliem, M.A.W., et al. (2018) Ultrasound-Guided Serratus Anterior Plane Block versus Thoracic Paravertebral Block for Perioperative Analgesia in Thoracotomy. *Saudi Journal of Anaesthesia*, **12**, 565-570.
- [19] Ahn, S., Moon, Y., Alghamdi, Z.M., et al. (2018) Nonintubated Uniportal Video-Assisted Thoracoscopic Surgery: A Single-Center Experience. *Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **51**, 344-349. <https://doi.org/10.5090/kjtcs.2018.51.5.344>
- [20] Pompeo, E., Sorge, R., Akopov, A., et al. (2015) Non-Intubated Thoracic Surgery—A Survey from the European Society of Thoracic Surgeons. *Annals of Translational Medicine*, **3**, 37.
- [21] 徐瑶, 耿庆. 非气管插管麻醉在胸腔镜手术的应用进展[J]. 安徽医药, 2017(3): 404-407.

- [22] Lirio, F., Galvez, C., Bolufer, S., *et al.* (2018) Tubeless Major Pulmonary Resections. *Journal of Thoracic Disease*, **10**, 2664-2670. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.06.48>
- [23] 李凯, 杨亮亮, 刘仲祥, 等. 保留自主呼吸的非气管插管麻醉在胸腔镜手术中的应用进展[J]. 中国实验诊断学, 2019, 23(11): 2028-2031.
- [24] Tsai, T.-M. and Chen, J.-S. (2012) Nonintubated Thoracoscopic Surgery for Pulmonary Lesions in Both Lungs. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **144**, E95-E97. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.06.025>
- [25] 丁艺, 林雅丽, 蔡元春. 保留自主呼吸的非气管插管麻醉在电视胸腔镜手术中的应用及研究进展[J]. 吉林医学, 2021, 42(6): 1493-1495.
- [26] Tsunetzuka, Y., Oda, M., Matsumoto, I., *et al.* (2004) Extended Thymectomy in Patients with Myasthenia Gravis with High Thoracic Epidural Anesthesia Alone. *World Journal of Surgery*, **28**, 962-966. <https://doi.org/10.1007/s00268-004-7480-7>
- [27] Wu, C.Y., Chen, J.S., Lin, Y.S., *et al.* (2013) Feasibility and Safety of Nonintubated Thoracoscopic Lobectomy for Geriatric Lung Cancer Patients. *The Annals of Thoracic Surgery*, **95**, 405-411. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.10.082>
- [28] Liu, J., Cui, F., Li, S., *et al.* (2015) Nonintubated Video-Assisted Thoracoscopic Surgery under Epidural Anesthesia Compared with Conventional Anesthetic Option: A Randomized Control Study. *Surgical Innovation*, **22**, 123-130. <https://doi.org/10.1177/1553350614531662>
- [29] Hung, M.-H., Hsu, H.-H., Chen, K.-C., *et al.* (2013) Nonintubated Thoracoscopic Anatomical Segmentectomy for Lung Tumors. *The Annals of Thoracic Surgery*, **96**, 1209-1215. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.05.065>
- [30] Gonzalez-Rivas, D., Bonome, C., Fieira, E., *et al.* (2016) Non-Intubated Video-Assisted Thoracoscopic Lung Resections: The Future of Thoracic Surgery? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **49**, 721-731. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezv136>
- [31] Moon, Y., Alghamdi, Z.M., Jeon, J., *et al.* (2018) Non-Intubated Thoracoscopic Surgery: Initial Experience at a Single Center. *Journal of Thoracic Disease*, **10**, 3490-3498. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.05.147>
- [32] Solli, P., Brandolini, J. and Bertolaccini, L. (2019) Tubeless Thoracic Surgery: Ready for Prime Time? *Journal of Thoracic Disease*, **11**, 652-656. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.03.01>
- [33] Alghamdi, Z.M., Lynhiavu, L., Moon, Y.K., *et al.* (2018) Comparison of Non-Intubated versus Intubated Video-Assisted Thoracoscopic Lobectomy for Lung Cancer. *Journal of Thoracic Disease*, **10**, 4236-4243. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.06.163>
- [34] Ali, J.M., Volpi, S., Kaul, P., *et al.* (2019) Does the “Non-Intubated” Anaesthetic Technique Offer Any Advantage for Patients Undergoing Pulmonary Lobectomy? *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, **28**, 555-558. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy312>
- [35] Liu, J., Cui, F., Pompeo, E., *et al.* (2016) The Impact of Non-Intubated versus Intubated Anaesthesia on Early Outcomes of Video-Assisted Thoracoscopic Anatomical Resection in Non-Small-Cell Lung Cancer: A Propensity Score Matching Analysis. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **50**, 920-925. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw160>
- [36] Gálvez, C., Bolufer, S., Gálvez, E., *et al.* (2020) Anatomic Segmentectomy in Nonintubated Video-Assisted Thoracoscopic Surgery. *Thoracic Surgery Clinics*, **30**, 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2019.09.003>
- [37] Scarci, M., Solli, P. and Bedetti, B. (2016) Enhanced Recovery Pathway for Thoracic Surgery in the UK. *Journal of Thoracic Disease*, **8**, 78-83.
- [38] Bedetti, B., Patrini, D., Bertolaccini, L., *et al.* (2018) Uniportal Non-Intubated Thoracic Surgery. *Journal of Visualized Surgery*, **4**, 18. <https://doi.org/10.21037/jovs.2017.12.09>