



单向式胸腔镜肺外科学技术体系构建与推广

蒲强, 刘成武, 梅建东, 刘伦旭*

四川大学华西医院胸外科, 成都 610041

* 联系人, E-mail: lunxu_liu@aliyun.com

收稿日期: 2022-07-25; 接受日期: 2022-08-30; 网络版发表日期: 2022-10-13

摘要 胸腔镜用于肺癌外科治疗已30年, 尤以近15年是其高速发展期. 经过前期的摸索和总结, 本团队于2006年提出单向式胸腔镜肺癌切除术, 经不断完善, 建立了单向式胸腔镜肺外科学完整技术体系, 涉及胸腔镜肺手术各个方面. 通过建立和推广单向式胸腔镜肺外科学, 推动微创胸外科的发展.

关键词 微创, 胸腔镜, 肺外科学, 单向式

微创是21世纪外科学的主题之一, 对当代外科的众多领域产生了深远影响. 以胸腔镜手术为代表的微创胸外科技术日趋成熟, 成为当前胸外科手术的主流方法. 1910年, 瑞典医生Jacobaeus利用硬质膀胱镜实施胸膜活检, 被认为是胸腔镜技术的起源^[1]. 此后受限于设备和器械的限制, 这项技术并没有得到进一步发展. 直到1992年, 美国Roviaro等人^[2]发表了第一篇关于胸腔镜解剖性肺叶切除治疗肺癌的报道, 重新点燃了胸腔镜技术的星星之火. 但此后的十多年, 胸腔镜技术的推广一直没有达到理想的效果, 直至2004年, 美国全胸腔镜肺癌手术的比例仍不足5%^[3]. 同期我国可以完成此类手术的外科医生更是屈指可数^[4]. Wright^[5]认为, 胸腔镜用于肺癌外科治疗之所以推广缓慢, 一方面是该项技术需要相当的硬件设备作为基础; 另一方面是胸腔镜肺叶切除对外科医生的操作技术要求更高, 存在诸多技术瓶颈, 如手术视野由三维向二维的转化、缺乏成熟的腔镜操作技术方法等. 此外, 胸外科医生在实施该项技术时也有较多的担忧,

如术中出血如何处理? 肺癌患者的治疗效果能否和开胸手术相当?

华西医院从2002年开始开展胸腔镜肺癌切除术^[6], 在开展的初期主要以胸腔镜辅助小切口手术为主, 同时在不断探索全胸腔镜肺癌切除的可行方法. 经过几年的摸索、实践和设计, 于2006年开发出“单向式全胸腔镜肺叶切除术”^[7], 并在2008年召开了国际微创胸外科手术论坛暨单向式胸腔镜肺叶切除术推介会进行推广, 有日韩专家参会(图1). 之后在此基础上, 对腔镜手术切口设计、组织结构游离方法、切肺路径和流程、淋巴结清扫、大出血等意外情况处理、复杂肺门处理、肺段切除等在内的完整的胸腔镜肺外科学技术体系进行了深入探索, 最终形成“单向式胸腔镜肺外科学”.

1 “垂直-平行”切口设计

以往的胸腔镜手术切口存在一个共同的不足, 即

引用格式: 蒲强, 刘成武, 梅建东, 等. 单向式胸腔镜肺外科学技术体系构建与推广. 中国科学: 生命科学, 2022, 52: 1636–1643

Pu Q, Liu C W, Mei J D, et al. Establishment and promotion of single-direction thoracoscopic lung surgery (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2022, 52: 1636–1643, doi: 10.1360/SSV-2022-0169



图 1 2008国际微创胸外科手术论坛-暨单向式胸腔镜肺叶切除术推介会参会嘉宾合影

Figure 1 Group photo of 2008 International Minimally Invasive Thoracic Surgery Forum and the presentation of Single-direction thoracoscopic lobectomy

过度集中在侧胸壁, 通过这些切口放入器械往往正对纵隔, 而与需要处理的血管、支气管处于接近平行的状态, 这会增加放置切割缝合器的难度, 对血管、支气管残端长度的调整也存在不便, 甚至可能因为撕扯到血管引起大出血。

我们调整了切口在胸壁的分布, 将主操作孔往前上移动, 使其正对上肺根部, 解剖时器械可直达操作部位; 在处理下叶时, 从主操作孔放入直线切割缝合器, 能达到切割缝合器的长径与纵隔基本平行, 与血管或支气管长径垂直的状态(垂直-平行), 容易通过, 不易牵扯血管, 同时残端的调整也很容易到位。将副操作孔往后下移动, 一方面在处理下叶肺门结构时, 通过副操作孔进行解剖比较直接, 同时在处理上肺叶血管或支气管时, 从副操作孔放入切割缝合器, 也能达“垂直-平行”的状态。改良后的切口操作角度好, 覆盖范围大, 操作流畅。该切口还适用于其他常见胸部疾病的微创外科治疗, 形成了“不对称、通用型胸腔镜手术切口”。

现在更多手术采用单孔完成, 在操作中使用弯形器械或者可转弯器械, 弯、直器械结合, 也是为了操作时达到“垂直-平行”状态。

2 吸引-电凝无血化游离技术

以往在胸腔镜下解剖肺门结构时多采用钝性游离的方法进行, 解剖层次不清楚, 组织渗血明显, 整个术野不清晰, 不利于对解剖结构的观察。在胸腔镜肺癌手

术中的组织解剖游离通常使用长杆金属吸引器配合电凝钩进行, 主刀医生一手持吸引器, 一手持电凝钩。操作过程中吸引器一方面可以吸走烟雾和渗血, 同时借助吸引器的负压和“棍”的特点, 通过挑、拨、压、吸、推等手法, 也能起到很好的暴露作用。电凝钩除止血外, 由于其操作端细小、灵活, 对操作空间要求小的特点, 可实施精细解剖, 实现组织暴露、切开、止血的同步化。该方法被命名为吸引-电凝无血化游离技术。

3 单向式肺叶切除路径和流程

以往的胸腔镜肺癌手术在切除肺叶时照搬开胸手术切肺流程, 从肺裂内解剖肺血管, 并在肺门四周进行游离, 需多点、多方位操作才能切下肺叶。术中需来回翻动肺叶以显露手术部位, 操作繁琐, 且受切口的限制大。对于肺裂发育不全的患者, 手术常无法实施, 需改为开胸手术。在肺实质内解剖肺血管还增加肺实质损伤的概率, 导致术后肺漏气比例增加。

我们改变思路, 完全在肺根部操作, 不进入肺实质, 首先处理肺根部最表浅的结构——肺叶静脉, 切断肺叶静脉后, 位于静脉深面的结构就变成了最表浅的结构, 然后再解剖和处理刚刚暴露出来的结构, 这样始终朝一个方向逐层推进, 依次处理肺血管及支气管, 最后再将完整的肺裂直接切断^[7-9]。鉴于该肺叶切除方法始终朝着一个方向推进, 将其命名为单向式胸腔镜肺叶切除术(图2)。该方法不需来回翻动肺叶, 不

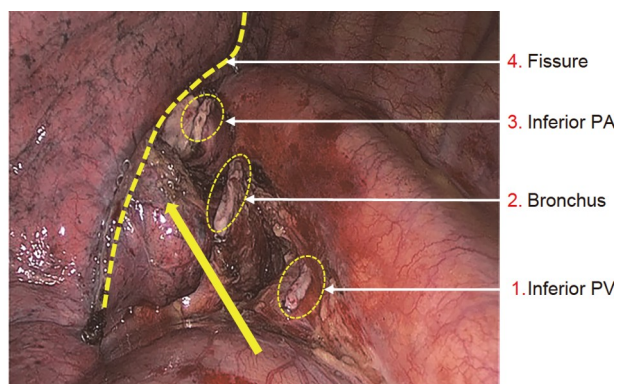


图2 单向式理念

Figure 2 The concept of Single-direction

在肺实质内解剖肺血管和支气管, 只在肺根部解剖, “单点单向、层次递进”, 简化了操作流程, 缩短了手术时间^[10], 避免在肺裂内解剖血管, 即使肺裂发育差也不会增加手术难度; 不在肺实质内解剖, 还有效减少术后肺漏气的发生。

在对肺癌患者实施切除手术过程中, 由于牵拉、钳夹、挤压等刺激, 可能导致肿瘤细胞脱落经肺静脉进入体循环, 增加转移的机率。由于单向式肺叶切除首先离断的是肺叶静脉, 且在手术过程中对病肺的翻动少, 相应降低了肿瘤细胞进入体循环的机率, 因此接受单向式肺叶切除方式的患者的远期预后优于非单向式肺叶切除方式的患者^[11]。

4 无抓持整块纵隔淋巴结清扫

纵隔淋巴结清扫是肺癌手术至关重要的步骤, 是胸腔镜肺癌手术的主要难点之一, 也是胸外科医生开展胸腔镜肺癌手术的障碍之一。一方面, 很多患者, 甚至医务工作者, 担心胸腔镜手术能否完成淋巴结清扫, 能否达到开胸手术的清扫程度。另一方面, 肺癌手术需要清扫的淋巴结均位于纵隔内大血管、主支气管、食管等重要结构周围, 需要良好显露淋巴结, 避免损伤这些重要结构, 在胸腔镜手术的切口限制下, 实施起来有相当的技术难度, 而过度使用器械牵拉淋巴结帮助暴露, 容易造成淋巴结破碎, 增加肿瘤播散的风险。

在胸腔镜肺癌手术中的组织解剖游离通常使用长杆金属吸引器配合电凝钩进行, 主刀医生一手持吸引

器, 一手持电凝钩。针对纵隔淋巴结清扫存在的问题, 结合手术操作的特点, 利用吸引器控制淋巴结软组织块的方向, 帮助暴露操作部位, 以此代替抓持, 将纵隔淋巴结与周围软组织作为整体进行切除, 利用电凝钩或超声刀解剖整个组织块与周围重要结构间的组织间隙, 实现纵隔区域淋巴结的整块切除。我们称之为无抓持整块纵隔淋巴结清扫^[12,13]。该方法简单易行, 实现了淋巴结的整块清扫, 还避免了器械抓持所致的淋巴结破碎, 及由此所致的潜在肿瘤播散风险, 最终带来患者更好的预后^[14]。

5 术中大出血处理系列策略

肺切除术中发生大血管损伤, 导致大出血的情况难以完全避免。在陈旧性结核、慢性炎症等原因导致肺门结构致密粘连的情况下, 更容易出现血管损伤性大出血, 这也是胸腔镜肺癌切除术推广的重要障碍之一。由于没有良好的胸腔镜下控制出血和处理血管损伤的方案, 只能选择中转开胸, 但即使中转开胸, 也可能因为出血控制不好, 在开胸过程中继续大量出血, 出现危及患者生命的情况。

在出血控制方面, 结合手术操作的特点, 利用吸引器头端侧面顺势压迫出血部位, 起到压迫止血的作用。同时因为吸引器的负压, 可以吸走已有的出血, 暴露血管损伤的部位, 方便判断血管损伤程度, 制定不同的血管修复方案。上述利用吸引器头端侧面压迫出血部位止血的方法, 我们称为吸引-侧压止血法^[15,16]。该方法被全球首个胸腔镜肺手术出血处理的国际专家共识所推荐^[17]。

对于血管损伤的修复, 根据血管损伤的程度不同, 设计了不同的处理方案^[15,16]。(i) 若血管破口较小, 采用“滚动缝合法”直接缝合血管破口。(ii) 对大于5 mm但不超过血管周径1/3的破口, 修补破口时单纯借助吸引器常难以有效控制出血。此时以“边吸边移”的手法用Allis钳夹闭破口, 替换下吸引器, 然后从Allis钳一侧开始缝合, 缝合两针后收紧缝线, 移除Allis钳, 继续完成血管破口全程缝合。(iii) 对于破口超过血管周径1/3或Allis钳位于胸腔内不利于缝合时, 可在钳夹闭破口、出血控制的情况下, 解剖肺动脉干的近心端, 并以无损伤血管钳将其阻断, 再移除Allis钳缝合血管破口。

对于胸腔镜下大血管损伤的大出血应该更重视预防. 当患者具有容易出现大血管损伤的高危因素时, 应该采取一些预防措施, 即使在血管损伤的情况下, 也能避免大出血. 因此, 提出了胸腔镜下血管预阻断技术^[15,16,18]. 在手术过程中发现肺门血管解剖困难, 血管损伤风险大时, 可先游离近心端肺血管主干, 用无损伤血管钳阻断, 再继续解剖肺门. 即使出现血管损伤, 也可从容不迫地进行处理. 这一方法大大降低了胸腔镜手术中困难肺门处理的风险, 增加手术者的信心, 降低了中转开胸率; 同时也可被初学者用于降低胸腔镜肺癌手术的风险.

6 困难肺门处理系列策略

前边提到了困难肺门解剖时, 为了预防血管损伤引起大出血, 提前阻断大血管近心端的血管预阻断方案. 但在胸腔镜下困难肺门具体该怎么处理仍是一个难题. 根据不同的情况总结了整套的困难肺门处理方案^[16,19]. (i) 动脉预阻断^[20]. 当肺门结构之间有粘连, 不易解剖时, 首先将肺动脉主干阻断, 然后进行肺门结构解剖. 在避免大出血的前提下, 有些肺门粘连可以成功松解, 根据松解出来肺动脉的情况, 可以选择丝线结扎、切割缝合器离断, 锐性切断后缝合破口或切割缝合器血管成型等方式处理靶血管. (ii) 支气管预切断^[21]. 在阻断肺动脉以后, 靶动脉和支气管之间的粘连可以适当游离, 但无法达到单独处理靶动脉的需求时, 可以先将靶支气管在适当位置锐性切断, 创造一个解剖路径, 然后再尝试将靶血管周围的多余组织游离切除, 采用(i)中提及的方法处理肺动脉. 之后再处理切断的支气管残端, 可以根据残端的长度, 选择直接缝合或者使用切割缝合器封闭. (iii) 支气管肺动脉同切^[22]. 当支气管和肺门之间的致密粘连致使没有办法解剖出任何空间时, 可考虑将支气管和肺动脉周围的组织尽量解剖游离, 使整个肺门的厚度降到最低, 然后使用切割缝合器闭合并切断肺门, 再用缝线水平褥式缝合加固肺门残端. 这一套策略将困难肺门进行了分类, 并设计了不同的处理方法. 该套策略在保障手术安全的同时, 让在开胸情况下处理都非常棘手的困难肺门肺切除可以在胸腔镜下安全开展, 扩大了胸腔镜肺手术的手术指征, 减少了中转开胸的几率^[15,23].

7 单向式理念与肺段切除

随着低剂量螺旋CT在临床广泛应用, 肺部小结节的检出率越来越高, 其中一部分为早期肺癌, 需要手术治疗. 对于以磨玻璃成分为主的肺小结节, 亚肺叶切除是一种可接受的手术方式, 既能切除病灶, 达到治疗目的, 又能保留更多的肺功能. 肺段作为构成肺叶的次级单位, 有着独立的支气管、肺动脉和肺静脉, 因此解剖性肺段切除也需要单独处理段门结构. 同时, 肺段之间虽存在段间平面, 但一般不会发育出明显的表面界线, 需要通过特殊的方法才能显示. 综合肺段切除的上述特点, 与肺叶切除相比较, 肺段切除可以被看作叶间裂没有发育的缩微版肺叶切除, 但技术难度较肺叶切除更高. 我们提出的单向式肺叶切除的理念, 即在肺根部解剖, 单点单向、层次推进, 最后处理肺裂, 完全适用于肺段切除. 依据单向式的理念, 在肺段根部处理完段门结构, 再处理段间平面, 从而完成肺段切除.

对于段间平面的处理首先是段间平面的辨识. 目前有多种辨识的方法, 临床常用的是膨胀-萎陷法、荧光显色法. 前者因为无需特殊设备, 操作简单, 临床应用较多, 但耗时长, 等待段间平面显现大概需要15~20 min. 后者显示段间平面很快, 但显示持续时间不长, 荧光剂很容易弥散造成段间平面模糊, 此外需要购置专门的荧光胸腔镜. 通过对大量患者胸部薄层CT数据进行肺部三维重建, 并根据支气管树和段间静脉进行肺段的分割, 发现并确定了肺表面各肺段的标志性点位, 并分析测量数据得到段间标志点的数据化模型, 从而获得具有普遍意义的肺段数字化标志点——肺表面段间比例标志^[24]. 通过数字化标记点确认肺段间平面准确、简单、快捷, 无需特殊的设备.

8 单向式与单孔胸腔镜肺手术的结合

随着胸腔镜设备及相关手术器械的发展以及胸外科医生微创手术技术的提高, 对胸壁损伤更小、更符合美容要求的单孔胸腔镜手术逐步发展应用^[25]. 由于只有一个切口, 单孔胸腔镜手术的观察和操作角度都会有所限制. 单向式肺切除理念是在肺根部解剖, 单点单向、层次推进, 操作过程中不用来回翻动肺组织, 调整、暴露方便. 以上特点尤其适合在单孔胸腔镜观察和操作角度都有所限制的情况下使用^[26]. 组织解剖

时,弯头吸引器配合电凝钩进行解剖,仍能顺利实现吸引-电凝无血化游离技术。此外,针对单孔胸腔镜下放置腔镜直线切割缝合器时不太方便,又无法放入过多器械协助的情况,我们提出了腔内垂直悬吊技术^[27],帮助处理这一问题。从临床应用的结果看,单孔胸腔镜单向式肺癌切除是完全可行的^[28-30]。

9 肺手术中其他问题的处理方法

胸膜腔闭锁曾经是胸腔镜手术的禁忌征。由于进入胸腔时没有操作空间,往往只能中转成开胸手术。通过摸索,发现可以先用手指盲法分别游离主操作孔和副操作孔与观察孔之间的粘连,建立起交汇于观察孔的两个隧道,然后从主、副操作孔分别置入吸引器和电凝钩,即可先游离在观察孔附近的粘连,然后根据情况逐渐扩大游离范围,增加胸膜腔空间,直至彻底松解整个胸腔的粘连。如果胸膜腔粘连致密,无法在观察孔和主、副操作孔之间形成隧道,则建议中转开胸手术。以上就是我们提出的胸膜腔闭锁时是否能继续实施胸腔镜手术的隧道指征^[31]。

中央型肺癌的外科治疗无论是开胸手术还是胸腔镜手术都存在相当难度。我们率先在国内开展胸腔镜下支气管袖式肺癌切除^[32,33],后又在全球率先开展支气管肺动脉双袖式成形中央型肺癌切除^[34]。在全胸腔镜袖式切除成形治疗中央型肺癌的探索中,我们提出了肺门镂空技术,在不离断肺静脉及肺动脉的情况下,首先清扫纵隔淋巴结,同时对肺门周围组织进行松解,解剖游离肺门血管。待肺门结构暴露工作结束后就可以在短时间内依次离断肺静脉、肺动脉,袖式切除支气管。通过这种镂空的过程,一方面可以了解后续切除病肺的难点所在,另一方面避免了切断肺静脉后因肺动脉解剖处理时间过长引起的病肺充血。我们的数据显示,无论是胸腔镜下肺动脉成形还是支气管成形,术后患者近期和远期预后均与开胸手术相当^[35,36]。

基底段切除是难度最高的一类肺段切除,主要表现在组成基底段的各个段紧密融合,段门深埋,不易暴露;段与段之间支气管、肺血管变异大,辨认困难;每个段通过三个段间平面与其他段相接,是一个立体的空间结构,段间平面裁剪有难度。我们提出了“干-支”法^[37],用于基底段切除术前规划和术中结构辨识,

并使用单向式经肺下韧带入路实施基底段切除^[38]。这两个方法的结合使用,降低了基底段切除难度。具体来说,通过在连续的CT影像上,从基底干支气管(干)到各个基底段支气管(支)是如何分支的,通过从干到支,再从支到干的反复阅读,可以明确支气管的分支情况,病灶位的位置和需要切除的范围。肺下韧带入路基底段切除,首先切开肺下韧带,直接暴露了肺下静脉,也很容易暴露静脉深面的支气管系统,因此从肺下韧带入路是最容易暴露基底段段门的。同时在暴露好段门后,使用“干-支”法,将术中的解剖结构与术前CT读片的结构相对应。这样在靶结构的辨认上会更加容易和精准。

肺外科临床上处理的病例中肺小结节占了相当比例。为了精准切除病变,小结节定位是临床上必须解决的问题,但无论是在多孔胸腔镜下还是在单孔胸腔镜下,结节定位都是一个难题。常见的结节定位方法有多种,如CT引导下穿刺定位、电磁导航纤支镜下定位等,这些方法对硬件设备要求高,也有一定创伤,定位后必须尽快进行手术。同时有创定位引起的气胸等并发症限制了其对多发结节的定位。通过3D打印的方法,按1:1的比例,将患者肺进行打印,同时打印出肺结节在肺内的实际位置,通过结节和肺表面的解剖标记间的相对位置关系,术中利用模型与实体肺进行实时对比,从而确定结节在肺表面的定位^[39]。这种方法无创、实时,同时可以对多个结节进行定位。

以上简单介绍了单向式胸腔镜肺外科学的主要内容。通过近20年的摸索、积累、完善建立起的单向式肺外科学完整技术体系,涉及胸腔镜肺手术的各个方面,已被写入国内唯一一部胸腔镜肺癌手术指南——《中国胸腔镜肺叶切除临床实践指南》^[40]。从2006年开始,我科肺手术中全胸腔镜肺切除手术比例不断增加(图3)。此外,通过举办学术会议、手术演示、外出讲学、举办培训班、招收学员等方式对单向式胸腔镜肺手术相关技术进行推广,让更多的胸外科医师了解并掌握胸腔镜肺外科技术,造福更多的肺部疾病患者。调查^[41]显示,至2015年,全国被调查的三级医院中94.3%(601/636)的医院开展了胸腔镜手术,86.6%(551/636)的医院能够开展胸腔镜肺叶切除术,已开展胸腔镜肺叶切除的医院中93.1%(513/551)开展单向式胸腔镜肺叶切除术。单向式胸腔镜肺外科学的建立和推广,推动了我国微创胸外科的发展。

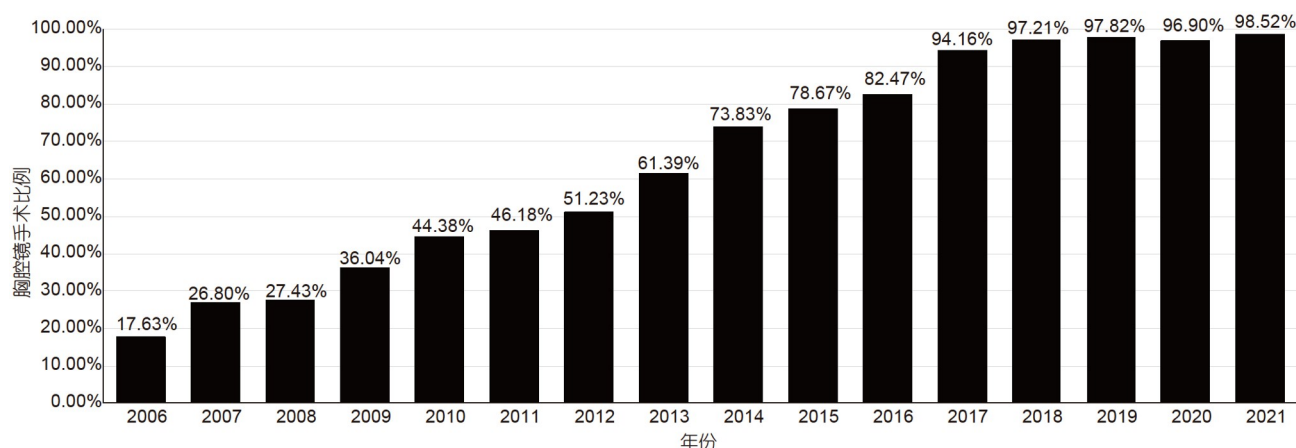


图 3 2006~2021年华西医院胸外科胸腔镜肺手术占肺手术比例

Figure 3 The proportion of VATS lung surgery in the Department of Thoracic Surgery, West China Hospital, Sichuan University

参考文献

- 1 Thomas Jr P A. A thoroscopic peek: what did Jacobaeus see? *Ann Thoracic Surg*, 1994, 57: 770–771
- 2 Roviato G, Rebuffat C, Varoli F, et al. Videoendoscopic pulmonary lobectomy for cancer. *Surg Laparosc Endosc*, 1992, 2: 244–247
- 3 McKenna R J Jr, Houck W, Fuller C B. Video-assisted thoracic surgery lobectomy: experience with 1,100 cases. *Ann Thoracic Surg*, 2006, 81: 421–426
- 4 Zhao H. The history of VATS in China (in Chinese). *Chin J M Inv Surg*, 2011, 11: 295–297 [赵珩. 中国电视胸腔镜外科发展简史. 中国微创外科杂志, 2011, 11: 295–297]
- 5 Wright G. Delivering VATS lobectomy to the people of China without the mistakes of the west (in Chinese). *Chin J M Inv Surg*, 2006, 6: 641–645 [Wright G. 向中国介绍电视胸腔镜肺叶切除术及如避免西方失误. 中国微创外科杂志, 2006, 6: 641–645]
- 6 Liu L, Zhou Q, Che G, et al. Surgical treatment of lung cancer by video-assisted thoracoscopic surgery (in Chinese). *Chin J Lung Cancer*, 2004, 7: 431–433 [刘伦旭, 周清华, 车国卫, 等. 电视胸腔镜在肺癌手术治疗中的应用. 中国肺癌杂志, 2004, 7: 431–433]
- 7 Liu L, Che G, Pu Q, et al. A new concept of endoscopic lung cancer resection: single-direction thoracoscopic lobectomy. *Surg Oncol*, 2010, 19: e71–e77
- 8 Liao H, Liu C, Mei J, et al. Single-direction thoracoscopic lobectomy: right side. *J Thorac Dis*, 2018, 10: 5935–5938
- 9 Liao H, Mei J, Lin F, et al. Single-direction thoracoscopic lobectomy: left side. *J Thorac Dis*, 2018, 10: 5932–5934
- 10 Zhu Y, Pu Q, Che G, et al. Length of operation with video-assisted thoracoscopic lobectomy (in Chinese). *J Sichuan Univ (Med Sci)*, 2013, 44: 119–121 [朱云柯, 蒲强, 车国卫, 等. 单向式胸腔镜肺叶切除术的手术时间. 四川大学学报(医学版), 2013, 44: 119–121]
- 11 Wei S, Liu L. Vein-first ligation procedure for lung cancer surgery. *JAMA Surg*, 2020, 155: 89
- 12 Liu C, Pu Q, Guo C, et al. Non-grasping en bloc mediastinal lymph node dissection for video-assisted thoracoscopic lung cancer surgery. *BMC Surg*, 2015, 15: 38
- 13 Liu L, Liu C, Zhu Y, et al. Non-grasping en bloc mediastinal lymph node dissection in thoracoscopic surgery (in Chinese). *Chin J Clin Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 22: 1–3 [刘伦旭, 刘成武, 朱云柯, 等. 胸腔镜无抓持整块纵隔淋巴结切除. 中国胸心血管外科临床杂志, 2015, 22: 1–3]
- 14 Guo C, Xia L, Mei J, et al. A propensity score matching study of non-grasping en bloc mediastinal lymph node dissection versus traditional grasping mediastinal lymph node dissection for non-small cell lung cancer by video-assisted thoracic surgery. *Transl Lung Cancer Res*, 2019, 8: 176–186
- 15 Mei J, Pu Q, Liao H, et al. A novel method for troubleshooting vascular injury during anatomic thoracoscopic pulmonary resection without conversion to thoracotomy. *Surg Endosc*, 2013, 27: 530–537
- 16 Mei J, Pu Q, Ma L, et al. Strategies for the prevention and control of bleeding due to vascular injury in thoracoscopic lung surgery (in Chinese).

- Chin J Surg, 2017, 55: 898–902 [梅建东, 蒲强, 马林, 等. 胸腔镜肺手术中血管损伤出血及其防控策略. 中华外科杂志, 2017, 55: 898–902]
- 17 Liu L, Mei J, He J, et al. International expert consensus on the management of bleeding during VATS lung surgery. *Ann Transl Med*, 2019, 7: 712
- 18 Xiao Z L, Mei J D, Pu Q, et al. Technical strategy for dealing with bleeding during thoracoscopic lung surgery. *Ann Cardiothorac Surg*, 2014, 3: 213–215
- 19 Liu C, Ma L, Pu Q, et al. Troubleshooting complicated hilar anatomy via prophylactically clamping the pulmonary artery: three videos demonstrating three techniques. *Ann Transl Med*, 2018, 6: 365
- 20 Ma L, Mei J, Liu C, et al. Precontrol of the pulmonary artery during thoracoscopic left upper lobectomy and systemic lymph node dissection. *J Thorac Dis*, 2016, 8: E317–E318
- 21 Lin F, Wei S, Liu C, et al. The technique of cutting open the bronchus during VATS left upper lobectomy with complicated hilar anatomy. *J Thorac Dis*, 2018, 10: 6269–6270
- 22 Liu C, Ma L, Pu Q, et al. How to deal with benign hilar or interlobar lymphadenopathy during video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy—firing the bronchus and pulmonary artery together. *J Vis Surg*, 2016, 2: 26
- 23 Pu Q, Ma L, Che G, et al. Safety and technical feasibility of single-direction VATS lobectomy: a review of 1040 cases (in Chinese). *J Sichuan Univ (Med Sci)*, 2013, 44: 109–113 [蒲强, 马林, 车国卫, 等. 单向式胸腔镜肺叶切除安全性及技术可行性研究——附1040例报告. 四川大学学报(医学版), 2013, 44: 109–113]
- 24 Xu Y, Gan F, Xia C, et al. Discovery of lung surface intersegmental landmarks by three-dimensional reconstruction and morphological measurement. *Transl Lung Cancer Res*, 2019, 8: 1061–1072
- 25 Liu C, Liu L. Uniportal VATS: a sublimation of micro-invasive lung cancer resection (in Chinese). *Chin J Lung Cancer*, 2014, 17: 527–530 [刘成武, 刘伦旭. 单孔胸腔镜: 微创肺癌切除的再次升华. 中国肺癌杂志, 2014, 17: 527–530]
- 26 Liu C, Pu Q, Ma L, et al. Combinating the concepts of single-port and single-direction in video-assisted thoracic surgery (VATS) lung cancer resection—uniportal single-direction VATS lung cancer resection (in Chinese). *Chin J Clin Thorac Cardio Surg*, 2017, 24: 907–910 [刘成武, 蒲强, 马林, 等. 单孔与单向式胸腔镜肺癌切除术的结合——单孔单向式胸腔镜肺癌切除术. 中国胸心血管外科临床杂志, 2017, 24: 907–910]
- 27 Guo C, Liu C, Lin F, et al. Intrathoracic vertical overhanging approach for placement of an endo-stapler during single-port video-assisted thoracoscopic lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2015, : e2v293
- 28 Liu C, Ma L, Lin F, et al. Single-staged uniportal VATS major pulmonary resection for bilateral synchronous multiple primary lung cancers. *J Thorac Dis*, 2014, 6: 1315–1318
- 29 Liu C, Wang W, Mei J, et al. Uniportal thoracoscopic single-direction basal subsegmentectomy (left S10a+ci): trans-inferior-pulmonary-ligament approach. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29: 1389–1391
- 30 Zhu Y, Xia L, Liu C, et al. Uniportal single-direction thoracoscopic right S9 segmentectomy: trans-inferior-pulmonary-ligament approach. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28: 6407
- 31 Liu C, Pu Q, Liao H, et al. Constructing tunnels to troubleshoot complete pleural symphysis during video-assisted thoracic surgery. *Video-assist Thorac Surg*, 2016, 1: 23
- 32 Mei J, Pu Q, Ma L, et al. Improving the procedures of video-assisted thoracoscopic surgery bronchial sleeve lobectomy for lung cancers (in Chinese). *J Sichuan Univ (Med Sci)*, 2013, 44: 114–118 [梅建东, 蒲强, 马林, 等. 全胸腔镜支气管袖式成形肺癌切除的流程设计与优化. 四川大学学报(医学版), 2013, 44: 114–118]
- 33 Liu L, Mei J, Pu Q, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery bronchial sleeve lobectomy for lung cancer: report of preliminary experience (in Chinese). *Chin J Clin Thorac Cardio Surg*, 2011, 18: 387–389 [刘伦旭, 梅建东, 蒲强, 等. 全胸腔镜支气管袖式成形肺癌切除的初步探讨. 中国胸心血管外科临床杂志, 2011, 18: 387–389]
- 34 Mei J, Pu Q, Liao H, et al. Initial experience of video-assisted thoracic surgery left upper sleeve lobectomy for lung cancer: case report and literature review. *Thoracic Cancer*, 2012, 3: 348–352
- 35 Liu C, Yang Z, Guo C, et al. Lobectomy with pulmonary artery angioplasty for lung cancer using video-assisted thoracic surgery versus open thoracotomy: a retrospective propensity matched analysis. *Transl Lung Cancer Res*, 2021, 10: 3943–3956
- 36 Yang Y, Mei J, Lin F, et al. Comparison of the short- and long-term outcomes of video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy bronchial sleeve lobectomy for central lung cancer: a retrospective propensity score matched cohort study. *Ann Surg Oncol*, 2020, 27: 4384–4393
- 37 Pu Q, Liu C, Guo C, et al. Stem-branch: a novel method for tracking the anatomy during thoracoscopic S9-10 segmentectomy. *Ann Thoracic*

- [Surg](#), 2019, 108: e333–e335
- 38 Liu C, Liao H, Guo C, et al. Single-direction thoracoscopic basal segmentectomy. [J Thoracic Cardiovasc Surg](#), 2020, 160: 1586–1594
- 39 Li K D, Xu Y Y, Guo C L, et al. Emulation pulmonary nodules localization model: a novel non-invasive localization technique in resection of pulmonary nodules. *Chin J Med*, 2021, 101: 3966–3972
- 40 Thoracoscopic Surgery Group, Chinese Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Expert Committee on Minimally Invasive thoracic Surgery, Thoracic Surgeons Branch, Chinese Medical Doctor Association. Chinese clinical practice guidelines for video-assisted thoracoscopic lobectomy (in Chinese). *Chin J Med*, 2018, 98: 3832–3841 [中华医学会胸心血管外科学分会胸腔镜外科学组, 中国医师协会胸外科医师分会微创胸外科专家委员会. 中国胸腔镜肺叶切除临床实践指南. *中华医学杂志*, 2018, 98: 3832–3841]
- 41 Liao H, Mei J, Liu C, et al. A survey on the current development of thoracic surgery in tertiary hospitals of China (in Chinese). *Chin J Surg*, 2018, 56: 888–891 [廖虎, 梅建东, 刘成武, 等. 中国三级医院胸外科学科临床发展现状的调查研究. *中华外科杂志*, 2018, 56: 888–891]

Establishment and promotion of single-direction thoracoscopic lung surgery

PU Qiang, LIU ChengWu, MEI JianDong & LIU LunXu

Department of Thoracic Surgery, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

Thoracoscopy has been used in lung surgery for 30 years. It has rapidly developed over the past 15 years. Based on preliminary exploration, we proposed single-direction thoracoscopic lung cancer resection in 2006. After continuous improvement, a complete technical system named single-direction thoracoscopic lung surgery has been established, which involves all aspects of thoracoscopic lung cancer resection. The establishment and promotion of single-direction thoracoscopic lung surgery have promoted the development and maturation of minimally invasive thoracic surgery.

minimally invasive, thoracoscopy, lung surgery, single-direction

doi: [10.1360/SSV-2022-0169](https://doi.org/10.1360/SSV-2022-0169)