

• 指南与规范 •

机器人完全不插管全胸腺切除术安全专家共识



徐惟¹, 许世广¹, 刁玉刚², 王述民¹, 中国医师协会医学机器人医师分会胸外科专业委员会

1. 北部战区总医院 胸外科 (沈阳 110000)
2. 北部战区总医院 麻醉科 (沈阳 110000)

【摘要】 全胸腺切除是临床治疗胸腺瘤及重症肌无力的重要方法。通过微创手术方法实现全胸腺切除, 进而实现术后快速康复是普胸外科手术技术发展的趋势。手术机器人因其本身的技术优势及多年来在纵隔肿瘤切除术中的应用实践, 得到广泛认可。探讨如何在手术安全前提下, 使机器人技术优势更好地满足医患对快速康复的需求是本共识目的。为此我们邀请国内多位机器人胸外科领域专家, 对不插管麻醉下全胸腺切除手术安全、技术问题做一讨论, 经过多轮探讨、修改制定本共识。

【关键词】 全胸腺切除; 机器人手术; 不插管麻醉; 安全性; 专家共识

Expert consensus on the safety of tubeless robotic thymectomy

XU Wei¹, XU Shiguang¹, DIAO Yugang², WANG Shumin¹, The Committee of Thoracic Surgery, Doctor Society of Medical Robotics, Chinese Medical Doctor Association

1. Department of Thoracic Surgery, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang, 110000, P. R. China
2. Department of Anesthesiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang, 110000, P. R. China

Corresponding author: WANG Shumin, Email: sureman2003congo@163.com

【Abstract】 Thymectomy is an important treatment for thymoma and myasthenia gravis. The application of minimally invasive surgery to complete thymectomy and rapid recovery of patients after surgery is a developmental goal in thoracic surgery technology. Surgical robots have many technical advantages and are applied for many years in mediastinal tumor resections, a process that has led to its recognition. We published this consensus with the aim of examining how to ensure surgical safety based on the premise that better use of surgical robots achieving rapid recovery after surgery. We invited multiple experts in thoracic surgery to discuss the safety and technical issues of thymectomy under nonintubated anesthesia, and the consensus was made after several explorations and modifications.

【Key words】 Thymectomy; robotic surgery; nonintubated anesthesia; safety; expert consensus

胸腺肿瘤是来源于胸腺上皮的恶性肿瘤^[1], 是最常见的前纵隔肿瘤。根据其细胞成分不同, 世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 将其分为 A 型、AB 型、B1 型、B2 型、B3 型及 C 型 (胸腺癌)。胸腺肿瘤多起病隐匿, 早期无明显自觉症状, 多数患者通过低剂量螺旋 CT 体检发现。约 30% 胸腺瘤患者会并发重症肌无力, 同时患有重症肌无力的患者约 10% ~ 15% 会伴有胸腺瘤; 而如将胸腺增生及胸腺瘤一并统计在内, 则高达 80% 的肌无力患者会伴有胸腺异常。对于胸腺肿瘤及重症

肌无力患者的治疗, 需要根据分型及分期制定综合治疗方案, 而胸腺切除则是其主要治疗手段之一^[2]。

正中劈胸骨全胸腺切除术长期以来一直作为胸腺肿瘤切除标准术式^[3], 但随着电视胸腔镜、机器人等外科设备和技术的出现, 人们一直尝试用微创技术进行胸腺肿瘤切除手术。2001 年 Yoshino 首次报道了机器人胸腺部分切除术; 2003 年 Ashton 等^[4]报道了机器人胸腺完整切除术; 达芬奇机器人手术系统 2006 年底初次引进我国^[5]; 2009 年国内首次报道机器人用于胸腺瘤切除^[6]。随着手术技术进步、设备更新, 纵隔肿瘤切除术正在向更微创、快速康复的方向发展^[7]。2015 年, 王述民团队^[8]首次报道了完全不插管的机器人纵隔肿瘤切除术, 在

保证肿瘤切除范围的前提下,简化了麻醉流程,缩短了手术和恢复时间,提高了患者术后生活质量。

机器人辅助手术与胸腔镜手术比较,因其在显示和操控等方面的技术优势,使其适合在狭小空间进行手术操作,在纵隔肿瘤切除中的应用,得到国内越来越多专家的肯定^[9-10]。利用机器人优势在不插管条件下(喉罩代替气管插管、不留置尿管、不留置胸腔引流管)进行胸腺切除术,则可在保证胸腺完整切除的前提下实现术后快速康复。虽然不插管条件下机器人全胸腺切除得到了很好的短期疗效^[11],但其与常规机器人全胸腺切除手术之间缺乏长期疗效对照研究证据,且不插管机器人手术要保证安全需要配合良好的团队、高水平的麻醉技术、熟练的手术操作等条件,如把控不当反而可能增加相应围术期风险,故术前要做好谨慎评估。本共识将从条件保障、适应证选择、手术技术、并发症防治、术后管理等方面,多角度探讨不插管机器人胸腺切除术安全性措施,希望此共识可以使不插管机器人微创手术更好地在中国得到合理应用。

1 医院及科室条件

1.1 组织架构

胸腺瘤首选治疗方法是手术切除,但瘤体大小形态、界限、发病年龄及是否具有全身合并症等情况会有不同,因此手术方案亦会有一些差别。手术方式上劈胸骨全胸腺切除、纵隔脂肪清扫仍是金标准,但多数患者会希望通过微创手术方式完成肿瘤切除并且快速康复。一些医疗机构在不具备充足条件下开展微创全胸腺切除,造成了切除范围不够、引发不良事件等情况。所以我们强调微创以及快速康复也要在安全前提下进行,要求开展纵隔肿瘤微创切除术的单位制定一系列规章制度,保障设备、技术先进和完备。

1.1.1 医院保障 胸腺瘤患者群中不乏老年或者高龄患者,要积极重视这些患者的基础疾病,还有胸腺瘤可能并发重症肌无力和再生障碍性贫血等自身免疫性疾病。医院应具备多学科协作能力,医院应设有病理科、影像科、核医学科等辅诊科室,临床科室应设有胸(心)外科、麻醉科、肿瘤科、呼吸内科、心血管内科、神经内科等科室;科室间应建立疑难病例多学科会诊制度,保证患者围术期安全。由于胸腺毗邻心脏及大血管,所以在此强调开展手术医院的心血管外科应具有一定的实力。

1.1.2 科室管理 开展不插管机器人手术的科室应具备针对不同部位、大小、侵及范围的肿瘤制定相

应手术方案的能力和团队。应具有处理胸腺瘤合并症和围术期相关不良事件的应急预案及执行能力。

1.2 医护人员配置

机器人手术团队经治医生应熟练掌握各种不同类型纵隔肿瘤的临床特点、胸腺瘤分期及相应综合治疗方案,应掌握手术治疗禁忌证及适应证,熟悉针对重症肌无力术前内科治疗方案及掌握手术时机。机器人手术医生需经过培训取得机器人手术医生资格,建议3年以下的副高级职称医生在高年资医生指导下进行手术;如在不插管条件下进行机器人胸腺切除术,需在经过纵隔肿瘤切除术学习曲线提高阶段达到熟练掌握阶段后开始^[12]。机器人手术配合助手需取得主治医师以上技术职称,有胸腔镜手术基础并完成机器人手术培训获得机器人手术助手资格。手术室护士需进行机器人手术系统使用培训,掌握机器人手术设备的基本原理及术前准备内容,掌握手术基本流程并熟悉手术器械型号、连接、洗消维护等。病房护士需熟悉纵隔肿瘤专科知识,掌握围术期病情变化观察及与围术期患者沟通能力。麻醉医生在掌握麻醉基本方法前提下,需知晓不同入路手术的体位摆放,熟练掌握喉罩的置入方法。

1.3 设备匹配

机器人纵隔肿瘤切除术需要有一套机器人手术系统及器械耗材,目前国内保有量较多的是 da Vinci Si 和 da Vinci Xi (第3代和第4代)机器人手术系统。还需要胸腔镜常用的一些手术基本设备和器械。另外不插管全胸腺切除术还需要气腹机和 CO₂ 提供系统。如有条件的单位,可配备多个高清显示器及视频存储和远程输出系统。

推荐: 依托机器人精准微创手术的快速康复安全开展,需要医院在技术、设备上的全面协调和支持,同时也要对科室间协作规章制度作出规范。科室应选择精干人员组建相对稳定的机器人手术团队,熟练的配合和规范化的手术流程也是安全的重要保障(推荐强度:II A类)。

2 围术期评估与管控

2.1 术前患者评估

制定合理手术治疗方案前,需对患者病史全面了解,完善相应检查,评估患者一般情况、原发性肿瘤、合并症以及患者心理状态等。

2.1.1 患者一般情况评估 包括性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、体能 Karnofsky 评

分、营养状态。营养状态评估可根据体重变化进行评估,3个月内体重减轻<5%提示营养状态良好;体重减轻5%~10%提示可能存在营养不良;体重减轻>10%提示严重营养不良。蛋白定量测定也是评估营养状态的重要参考指标。有条件的单位可以对患者心理状态做术前评估^[13],必要时进行心理疏导,也有助于患者术后康复。

2.1.2 肿瘤风险评估 术前需根据影像学资料及 Masaoka-Koga 分期系统对胸腺瘤进行影像学分期。必须检查胸部增强 CT,评估原发病变位置、范围、毗邻结构及侵袭性;对于病变囊实性及侵袭情况判断不清者,可行磁共振成像检查作为补充;对考虑胸腺瘤可能分期较晚者则需要针对可能发生的转移进行评估,必要时完善正电子发射计算机断层扫描/计算机断层扫描检查^[14-15]。

2.1.3 合并症评估 术前应充分了解患者全身各系统情况是否合并基础疾病,术前应常规完善实验室检查,包括血常规、尿常规、肝肾功能、凝血系列、血糖及离子,在有相关疾病时应检查甲状腺功能、心肌酶谱、免疫系列等。其它检查应完善心电图、心脏超声,可疑或明确冠心病患者应完善冠状动脉 CT 或冠状动脉造影检查。有可疑肌无力症状者,应完善新斯的明试验(相对评分 ≥ 60 为阳性)及肌电生理检查帮助明确诊断^[16-17]。血清学抗体检测方便易行,对肌无力诊断亦有重要作用,50%~60%眼肌型肌无力患者、85%~90%全身型肌无力可检测出乙酰胆碱受体抗体(acetylcholine receptor antibody, AchR-Ab),另外肌肉特异性酪氨酸激酶抗体、抗低密度脂蛋白受体相关蛋白4抗体等可作为 AchR-Ab 的佐证和补充^[18]。对于脏器功能不全、可能发生围术期并发症的患者,术前应请相关科室和麻醉科会诊,评估手术风险及术前准备。对于有血栓性疾病需要抗凝治疗者,术前应停用抗血小板药物 5~7 d,期间可以使用低分子肝素替代抗凝。

2.1.4 专科评估 术前专科评估有助于预估手术风险和全身麻醉耐受性,制定设计手术方案,预测术后并发症及制定对策。肺功能检查是全胸腺切除术前评估重要部分,因为胸外科手术会在多个方面不同程度影响肺功能;全胸腺切除本身通常不会引起肺功能下降,也有研究^[19]表明部分肌无力患者术后肺功能会有改善;但术中需给予低潮气量高频通气,并给予 6~8 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)人工气胸,对患者心肺功能有一定要求。参考肺切除手术肺功能评估共识^[20]结合临床实践,我们认为肺通气功能第一秒用力呼气容积<40%预计值、肺

弥散功能肺一氧化碳弥散量<40%预计值及血氧分压<60 mm Hg 且吸氧无明显升高则提示手术可能难以维持血氧稳定,围术期不良事件风险较大。有胸膜炎或胸外伤病史患者,术前应考虑到胸膜腔粘连可能性,胸膜腔粘连或封闭虽非手术禁忌,但因为预期手术时间长及创面范围大,不建议选择行不插管的全胸腺切除;术中置入 Trocar 时需先探查胸膜腔,避免 Trocar 刺入肺实质。

推荐: 术前全面评估对合理手术方案制定有重要影响,除了对肿瘤特征进行仔细评估,对于患者身体健康状况也要有全面了解,有基础疾病者应对基础疾病进行治疗,病情稳定后再考虑手术。特别强调胸腺瘤常会合并自身免疫性疾病,应在术前有针对性地完善检查评估,特别对于合并重症肌无力者,因围术期诱发肌无力危象风险增大,应充分做好预防和处理预案(推荐强度: I 类)。

2.2 患者教育

胸腺瘤多数愈后较好,生存期长,术前有效沟通可以提高患者对自身疾病的认识 and 患者依从性,从而更好地为患者制定治疗方案。大型医院现在已经成立专门机构或者由专人负责术前教育和术后随访工作。患者教育内容应包括:疾病相关知识、手术治疗必要性及手术方案的合理选择、手术风险及并发症、术后恢复过程、肿瘤预后及术后复查随访计划。多数胸腺肿瘤预后良好,患者术后并发症发生率也低,术前在准确评估患者病情的前提下应对患者做好相关教育,告知大体手术治疗方案及术后恢复进程,缓和患者紧张情绪即可。对于 Masaoka-Koga 分期 II 期以上患者,应给予后续治疗指导或申请多学科会诊,制定后续治疗及随访计划。

2.3 手术质量控制

2.3.1 手术适应证及手术时机 对于可耐受手术且预计肿瘤可通过手术完全切除者,患有重症肌无力但不伴有胸腺瘤的患者均符合全胸腺切除手术适应证。部分 Masaoka-Koga 分期 III 期、IV 期患者,经评估无法根治切除者,可考虑经过新辅助治疗后重新评估;重症肌无力病情不稳定,有肌无力危象倾向患者,应暂缓手术;或经过应用溴吡斯的明、激素、血浆置换等治疗,病情稳定后实施手术^[21]。对于合并心脑血管疾病急性期患者,应在病情稳定至少 3 个月后重新评估手术风险。

2.3.2 切除范围 胸腺肿瘤能否通过手术彻底切除是影响患者预后的重要因素^[22-23]。胸腺瘤伴重症肌无力者标准切除范围应包括完整胸腺(含全部胸腺

肿瘤)和前纵隔胸腺周围脂肪组织^[24-25]。对于不合并肌无力的 Masaoka-Koga 分期 I 期和 II 期胸腺瘤患者,有观点认为切除包含肿瘤完整胸腺后不做纵隔脂肪清扫^[26]。近年也有一些研究^[27-29]表明,对于非肌无力早期胸腺瘤患者,胸腺瘤切除可以获得与全胸腺切除相当的肿瘤学结果,但对于此观点目前仍存在较大争议。非胸腺瘤眼肌型重症肌无力、全身型重症肌无力患者也均能从胸腺切除手术中获益^[30],考虑到异位胸腺的存在,手术应行胸腺扩大切除^[31-32]。

2.3.3 控制副损伤 在进行全胸腺切除术时应注意避免无名静脉及胸廓内血管损伤,而对于神经损伤则应注意辨认膈神经、迷走神经及其喉返神经分支;如膈神经受累,为了根治需切除一侧膈神经时,则要尽量辨认保留对侧膈神经。

2.3.4 肌无力危象 肌无力危象是重症肌无力患者的突发急危重症,是肌无力患者死亡的主要原因。虽然胸腺切除术是治疗肌无力、改善肌无力症状的重要手段,同时胸腺切除术也是诱发肌无力危象的危险因素^[33-34]。对拟行全胸腺切除术重症肌无力患者,应在术前即做好抢救肌无力危象患者的准备,包括抢救预案、抢救设备、抢救药品;术中完整切除胸腺并尽可能彻底清扫前纵隔脂肪,同时控制副损伤及手术时间;术后医护应随时观察是否出现肌无力危象早期或典型临床症状;另外也要指导患者学会肌无力症状的自我评估,以及时发现并治疗^[35]。

2.4 术后随访

胸腺肿瘤进展缓慢,多数患者生存时间长,所以术后随访虽不必过于频繁,但需长期进行。建议术后 3 个月进行第 1 次胸部增强 CT 检查,作为对照基线;术后 2 年内,每 6 个月查 1 次胸部增强 CT;术后 3~10 年,每年查 1 次胸部增强 CT^[36-37]。

推荐: 要重视与患者沟通,患者对机器人手术知识及病情的了解可以在一定程度上减轻患者焦虑情绪、提高患者依从性。主刀医生应全面掌握患者病情后选择恰当的手术时机,且在术中应结合胸腺肿瘤及肌无力特点将切除范围和控制副损伤放在首位,而不要在力所不及情况下坚持微创手术。对于术后随访则要做到坚持不懈,通过随访及时发现病情变化给与相应诊疗指导(推荐强度:II A 类)。

3 麻醉

与传统的单肺通气双腔支气管插管全身麻醉

相比,非插管麻醉应用于胸科手术,可明显减少双腔气管插管相关的气道损伤等不良反应^[38]。在非插管麻醉机器人辅助纵隔肿瘤切除术中,推荐使用喉罩通气复合人工 CO₂ 气胸,以 2~3 L/min 的速度持续向术侧胸腔注入 CO₂,维持胸腔压力 5~10 mm Hg,可为术者提供良好视野和操作空间,且不会对呼吸及循环产生显著影响,增加患者舒适度,降低术后肺部并发症发生率,缩短住院时间,符合快速康复外科理念^[39]。

3.1 不插管全胸腺切除手术喉罩适应证、禁忌证

3.1.1 适应证 胸腔无严重粘连钙化,不影响人工气胸建立的患者;单肺通气时间预期短或外科手术不复杂的患者。

3.1.2 禁忌证 肥胖患者, BMI \geq 30 kg/m²;气道评估, Mallampati 分级 \geq 3 级、张口受限、咽喉部存在畸形、感染或其它病变者;禁食时间不足,饱食患者;反流性食管炎、反流误吸高危患者;有潜在呼吸道梗阻患者,如气管受压、软化、咽喉部肿瘤、脓肿、血肿、气道出血等患者;呼吸道感染,持续性咳嗽或气道黏液高分泌患者;低氧血症(动脉血氧分压 $<$ 60 mm Hg)或高碳酸血症(动脉血 CO₂ 分压 $>$ 50 mm Hg);血流动力学不稳定患者;手术复杂,时间较长,外科团队经验不足或合作不佳。

3.2 喉罩相关并发症

影响术中通气功能(置入失败、密封不良、气道梗阻);气道保护性反射相关症状(咳嗽、干呕、恶心、呃逆、喉痉挛、支气管痉挛);胃肠道病理性症状(胃内容物反流、误吸、胃扩张、呕吐);气道并发症(咽喉不适、咽痛、组织创伤、黏膜缺血、压迫血管、压迫神经);疾病传播、污染和装置损坏^[40]。

3.3 麻醉实施方案

3.3.1 麻醉诱导和维持 丙泊酚、阿片类药物为主的静脉麻醉药,或七氟醚、异氟醚等吸入麻醉药均可用于麻醉诱导和维持;未合并重症肌无力的患者如术中不保留自主呼吸可使用肌松药,利于喉罩置入并准确到位。剂量选择推荐低于常规气管插管剂量的 1 倍 ED₉₅,如罗库溴铵 0.3 mg/kg 或顺阿曲库铵 0.05 mg/kg;当合并重症肌无力时首要目标是防止对呼吸肌和延髓肌造成长时间影响,以及在手术结束时能够迅速恢复,因此应尽量避免使用肌松药,如必须使用推荐选择小剂量短效非去极化肌松药,每次给予正常剂量的 1/5~1/4;因去极化肌松药能够导致 II 相神经肌肉阻滞和持续的麻痹,应避免使用。围手术期的麻醉维持用药推荐使用七氟醚持续吸入、丙泊酚联合瑞芬太尼靶控输注模式



下的静脉吸入复合麻醉方案。

推荐：重症肌无力患者使用肌松监测仪能客观地定量、定性并及时反映肌松药的神经肌肉阻滞程度，建议临床上尽可能推广使用（推荐强度：II A类）。

3.3.2 置入喉罩（以充气型双管喉罩为例） 患者充分给氧去氮，诱导药物作用达高峰时，将患者颈部向胸部屈曲，头部后仰。一手打开口腔，另一手将喉罩的罩囊与手柄连接处握于食指和拇指间，通气罩的孔径应面向前，向上按压通气罩的顶端，使其抵住硬腭并展平，用食指深入口腔顺后咽曲线轻柔推进喉罩。通气罩尖端到达下咽时，会感觉到一定阻力，此时另一只手紧握通气管轻轻下压，确保通气罩完全置入后固定。

3.3.3 评价喉罩位置 通气：听诊双侧肺呼吸音，胸廓活动是否对称，检查潮气量（应达到设定值80%以上）及气道阻力；呼吸道紧密性：听口咽气流，观察气道压，呼气末CO₂分压波形；胃肠道密闭性：上腹部听诊，观察腹部活动度；纤维支气管镜定位（一级只看到声门、二级看到声门和会厌下面、三级看到声门和会厌上面、四级看不到声门）。

3.3.4 支气管封堵器的应用 为了提供干净的手术视野、解剖结构以及保护术侧肺组织，推荐使用肺隔离技术。支气管封堵器可以替代双腔支气管导管，实现手术期肺隔离^[41]。当正确放置在主支气管内，支气管封堵器的低容、高压球囊充气后会阻断流向该侧肺的全部气流，并且可使用支气管封堵器隔离较小的特定肺段^[42]。支气管封堵器可与经口气管导管、经鼻气管导管、气管造口导管及喉罩一起使用。无插管喉罩联合封堵器置入技术要点包括：（1）预测封堵器插管深度；（2）充分润滑封堵器套囊与连接杆；（3）在纤维支气管镜辅助下置入封堵器到相应支气管，套囊充气后听诊确定肺隔离效果；（4）非通气侧肺的萎陷需在进胸前2 min断开呼吸回路，封堵器连接杆吸痰口打开，等待肺自然萎陷，若肺萎陷较慢可主动抽吸气体完成排气；（5）术中严密观察气道阻力变化，在手术操作时出现气道压力骤增，高度怀疑封堵器套囊移位，应立即将封堵器套囊放气，在纤维支气管镜下再次调整封堵器套囊位置。

3.3.5 围手术期管理 推荐采取保护性肺通气策略，间歇正压通气或保留自主呼吸的通气模式。麻醉中使用肌松药应常规监测神经-肌肉传递功能。围手术期避免使用加重肌无力的药物，如抗生素、

糖皮质激素、抗心律失常药物、钙通道阻滞剂。维持内环境稳定，避免发生低体温、低钾血症以及酸中毒等围手术期并发症。

推荐：在维持机体充分氧合的前提下，为防止肺泡过度扩张和萎陷，降低呼吸机相关性肺损伤发生率，从而保护和改善肺功能、减少肺部并发症和降低手术患者死亡率的呼吸支持策略，特别适用于呼吸系统并发症高危人群。其主要方法包括小潮气量、个体化适度呼气末正压、间断肺复张和低吸入氧浓度等，其它辅助措施还包括俯卧位通气、高频振荡通气及液体通气疗法等（推荐强度：II A类）。

3.3.6 拔管 术后严格掌握拔管指征：（1）患者完全清醒；（2）持续抬头>5 s；（3）潮气量>15 mL/kg；（4）呼吸频率<30次/min；（5）T4/T1>75%。当存在以下情况时可能需要术后呼吸支持：（1）肌无力病史超过6年；（2）除肌无力外，合并其它慢性阻塞性肺疾病；（3）术前48 h内吡斯的明剂量超过750 mg者；（4）术前肺活量不足2.9 L者^[43]。

3.4 术中注意事项

提供适当麻醉深度，抑制气道保护性反射，有利于喉罩置入及术中保持正确位置；过度充气影响消化道的密闭效果，增加咽喉部疼痛和损伤的发病率，还可能干扰部分外科视野，降低食管括约肌张力和气道防御反射；充气不足则气道密闭不充分，易发生胃胀气和反流误吸；避免使用氧化亚氮，以防止通气罩内压升高、增加术后喉痛等并发症风险；持续密切监测各项呼吸功能参数，确保气道通畅、氧合充分。

3.5 术中紧急情况处理

3.5.1 低氧血症 在非插管麻醉手术中，术侧肺塌陷依赖于医源性气胸，术中患者易出现低氧血症，非常危险。但医源性气胸对氧合的影响通常较小，故首先通过增加新鲜气体中吸入氧的比例进行高流量吸氧，大多可以迅速解决低氧血症的问题。其次确定喉罩对位良好，必要时可在支气管镜辅助下调整喉罩至正确位置。当上述措施无效时应果断中转为气管插管。为能清晰展示手术视野，术中可能需要短时间暂停呼吸。在暂停呼吸之前，采用适当过度通气以提高患者氧储备有利于保证术中氧合。

3.5.2 纵隔摆动 为减轻呼吸动度，增加手术操作空间，可于关键手术步骤期间降低机械通气频率，采取允许性高碳酸血症。手术过程中可通过连续监测呼气末CO₂分压，间歇辅助手控低潮气量通气以促使过高的CO₂排除。

3.5.3 肺隔离失败 可通过喉罩置入支气管封堵器建立肺隔离。在进行单肺通气时,由于封堵器中间管腔较细,尽管可以达到良好的目标侧肺萎陷,但肺萎陷的速度较慢,外科医师可协助挤压或用负压吸引排出封堵侧肺内残气。

4 手术操作

4.1 手术体位、入路

4.1.1 经胸入路体位及打孔方式 经胸入路行全胸腺切除选择经左胸、经右胸均可^[44],可根据患者情况或术者对解剖的理解和熟悉度选择^[32]。以经右胸入路为例进行介绍,患者平卧位右侧抬高 30°~40°,双臂前伸固定暴露术侧腋下空间,经腋中线第 5/6 肋间打孔放置 Trocar 与镜头臂对接作为观察孔,腋中线第 3/4 肋间打孔作为 2 号臂操作孔,腋前线第 5/6 肋间切口作为 1 号臂操作孔,必要时可延长位于腋前线 Trocar 口作为标本取出口。当各种原因致术野暴露不清,仅使用 2 号臂操作困难时,可在进镜孔下 1 或 2 个肋间打辅助孔或切辅助口,进入 3 号臂协助操作或由助手持腹腔镜器械协助完成手术。

4.1.2 经剑突下入路体位及打孔方式 剑突下入路与胸腔镜经剑突下入路体位与孔位设计基本相同,体位为头高仰卧位,肋弓及上腹垫高;打孔多采用的是“3 孔法”,即经剑突下切口作为进镜孔,两操作孔分别在双侧锁骨中线与肋弓下缘交界处,可于左侧腋前线 5/6 肋间置入 Trocar 连接 3 号机械臂。两操作孔间距离应>7 cm、剑突下角度大者,置入 Trocar 较容易,术中操作也可以避免机械臂互相干扰,剑突较大影响放置 Trocar 者可先切除剑突^[45]。

推荐: 经胸及经剑突下入路各有优势,剑突下入路可以更清晰地对纵隔脂肪进行彻底清扫,对于胸膜腔封闭患者可规避胸膜腔游离过程;经胸入路则具有更好的视野、更清晰的解剖参照,目前是多数医生的选择(推荐强度: II B 类)。

4.2 手术顺序与要点

4.2.1 对接机械臂 麻醉平稳、喉罩放置位置恰当后,首先切口置入观察孔 8~12 mm Trocar,进镜头探查胸膜腔是否粘连及肿瘤位置;经 Trocar 给予 6~8 mm Hg 人工气胸,待术侧肺压缩胸腔空间满意后,切口置入两操作孔 8 mm Trocar,机器人车入位对接,根据习惯选择机器人操作器械。

4.2.2 解剖游离胸腺 以右胸入路为例,沿右膈神经前缘、上腔静脉内侧缘及胸骨后切开纵隔胸膜,注意辨认避免损伤胸廓内静脉。紧邻胸骨后游离

胸腺前面至左侧纵隔胸膜,此过程需注意避免损伤对侧胸廓内血管;继续经由右心膈角纵隔脂肪边缘开始,于心包前由下向上、由右向左游离胸腺及邻近纵隔脂肪,游离至上腔静脉经上腔静脉前缘小心游离,至显露出左无名静脉,继续沿无名静脉向左游离胸腺,此时应注意避免损伤胸腺静脉,通常胸腺静脉有 2~4 支汇入无名静脉,细支可使用能量器械离断,粗支可使用 Hem-o-lok 夹闭合后离断;胸腺两上极多延伸至无名静脉上方,此处纵隔脂肪相对较少,胸腺界限清晰,可将胸腺向下轻轻牵拉,沿胸腺包膜分离,依次游离至两叶胸腺上极韧带电凝离断,可将胸腺完整切除。

4.2.3 纵隔脂肪清扫 继续清扫纵隔残余脂肪组织,撤出腋前线操作臂及 Trocar,根据胸腺瘤大小适当延长切口,进入取物袋将标本装入取物袋取出。

4.3 术中不留置尿管

完成 1 例全胸腺切除并纵隔脂肪清扫术,平均手术时间大约 60~90 min,正常成人 2 h 尿量大约为 200~300 mL,成人膀胱容积约为 300~500 mL,对于 1 台手术全身麻醉时间控制在<2 h,则可不留置尿管。而对于术前预计胸膜腔粘连或肿瘤巨大解剖游离困难情况则需留置尿管。另外,对于患有心脑血管疾病,循环不稳定的患者,则需留置尿管监测肾灌注状态。

推荐: 对于手术机器人操作不熟练者不建议放弃留置尿管;如果手术时间意外超过预期,则应及时在术中予以导尿或术后马上进行导尿(推荐强度: II A 类)。

4.4 术中不留置胸腔引流管

胸腔引流管是为了引流胸腔积液及胸腔游离气体,监测术后胸腔引流情况,全胸腺切除术后纵隔创面、Trocar 口确切止血,肺脏胸膜无损伤可不留置引流管。具体操作如下:胸腺切除后创面确切止血,特别术中需确切处理胸腺静脉,检查确保未损伤肺脏层胸膜,标本取出后缝合各操作孔,后于进镜孔置引流管于胸腔,引流管另一端置于液面下,胀肺观察经引流管排出胸腔残气,彻底排除胸腔残留气体(引流管无气泡随肺复张排出)后拔除引流管,收紧预置线闭合切口。如引流管持续有气泡排出,则认为术中有肺损伤,则将引流管固定留置于胸腔,远端接引流装置。

推荐: 位置恰当地留置胸腔引流管是胸外科手术经典操作,因为它有观察和预防术后并发症的重要作用,所以手术医生应在有足够把握情况下才可不留置胸腔引流管,无十足把握建议留置



细引流管并于术后观察无出血或胸膜瘘后尽早拔除（推荐强度：II A类）。

4.5 术后镇痛

以多模式镇痛为指导，进行充分的术后镇痛，且术后镇痛方案应避免导致呼吸功能的损害。非插管麻醉术后多模式镇痛选择包括：阿片类药物和局部麻醉药复合用于硬膜外镇痛或硬膜外患者自控镇痛；局部麻醉药用于神经（丛）阻滞/局部镇痛（肋间神经阻滞、椎旁神经阻滞、切口皮下阻滞）；阿片类药物全身镇痛（推荐静脉自控镇痛给药模式），以及辅助镇痛药物（静脉输注氯胺酮、利多卡因等，静脉/口服给予加巴喷丁、对乙酰氨基酚和/或非甾体类抗炎药）^[46]。

推荐：术后镇痛应根据手术创伤程度，有无内脏痛、炎性痛，结合患者术后功能康复需求，优化围手术期多模式镇痛方案，在安全的前提下，持续有效镇痛且不良反应少，维持最佳的生理功能，使患者获得最佳的满意度及最优转归（推荐强度：II A类）。

5 不良事件并发症及处置方案

5.1 胸膜腔粘连封闭

对可能出现的胸膜腔粘连、封闭做好准备及预案是关键，术前需准确掌握患者结核、胸膜炎、外伤史、经胸手术史等，术前胸部影像学检查应注意观察胸膜是否有增厚、光滑、钙化情况以对胸膜腔粘连可能性做评估。对于胸膜腔粘连封闭风险较高患者，置入 Trocar 前要先进镜头观察胸膜腔情况，镜头 Trocar 亦应钝性分离置入，再于观察引导下选择无粘连处放置操作臂 Trocar，如胸膜腔封闭，则经镜头 Trocar 向拟置入操作臂位置进行钝性游离，置入机械臂后进一步完成胸膜粘连的松解，仅需将胸膜前壁及纵隔面游离暴露术野，而无需将全胸膜腔游离。相对经胸入路，剑突下入路对胸膜腔封闭所受影响较小，所以对于胸膜腔粘连封闭可能性较大情况，经剑突下入路也是一种方案。

5.2 血管神经副损伤

全胸腺切除需注意前纵隔血管，常见可能出现的损伤血管有：胸腺静脉、无名静脉、胸廓内血管等。避免血管损伤需熟悉理解纵隔解剖，保证视野清晰，暴露良好，合理选用能量器械。如肿瘤侵犯大血管，无把握控制血管损伤后大出血情况，应果断中转开胸手术。

推荐：机器人手术操作精细，造成副损伤的不良事件风险不高于胸腔镜手术已经得到公认，

因此对于副损伤控制，应充分利用机器人精细操作的优势以预防为主（推荐强度：II A类）。

6 总结

相较传统开胸手术，符合快速康复理念的微创胸外科手术一定更为患者所接受。我们可以直观地观察到，接受微创手术患者痛苦更小、并发症更少、住院时间更短。但是微创手术是否能够确保安全瘤控还缺乏更多证据，为快速康复而选择简化的手术流程，把控不当也可能造成不良事件发生。我们应明晰，正中劈胸骨手术依然是胸腺肿瘤切除的金标准，是当肿瘤局部情况复杂时的一个保障性选择。我们应当在临床操作中根据每例患者具体情况，制定个性化的手术方案，时刻将保障手术安全原则放在首位。

利益冲突：无。

审稿专家（按姓氏拼音排序）：胡坚（浙江大学医学院附属第一医院胸外科）、矫文捷（青岛大学附属医院胸外科）、李鹤成（上海交通大学附属瑞金医院胸外科）、罗清泉（上海交通大学附属胸科医院肺部肿瘤临床医学中心）、谭群友（陆军军医大学大坪医院胸外科）、王述民（北部战区总医院胸外科）

执笔：徐惟（北部战区总医院胸外科）、许世广（北部战区总医院胸外科）、刁玉刚（北部战区总医院麻醉科）

参考文献

- 1 Detterbeck FC, Zeeshan A. Thymoma: Current diagnosis and treatment. *Chin Med J(Engl)*, 2013, 126(11): 2186-2191.
- 2 NCCN clinical practice guidelines in oncology: Thymomas and thymic carcinomas (version 2.2022). https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/thymic.pdf
- 3 Jaretzki A 3rd, Penn AS, Younger DS, et al. "Maximal" thymectomy for myasthenia gravis. *Results. J Thorac Cardiovasc Surg*, 1988, 95(5): 747-757.
- 4 Ashton RC Jr, McGinnis KM, Connery CP, et al. Totally endoscopic robotic thymectomy for myasthenia gravis. *Ann Thorac Surg*, 2003, 75(2): 569-571.
- 5 高长青. 探索的脚步: 解放军总医院机器人外科手术探索实践纪实. *中华腔镜外科杂志(电子版)*, 2017, 10(5): 257-259.
- 6 黄佳, 罗清泉, 赵晓菁, 等. 胸腺瘤切除术中机器人辅助胸腔镜技术的应用. *肿瘤*, 2009, 29(8): 796-798.
- 7 Ruffini E, Filosso PL, Guerrero F, et al. Optimal surgical approach to thymic malignancies: New trends challenging old dogmas. *Lung Cancer*, 2018, 118: 161-170.
- 8 刘星池, 李博, 徐惟, 等. 达芬奇机器人手术系统行纵隔肿瘤切除术后不放置引流管的病例对照研究. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2015, 22(10): 940-943.
- 9 中国医师协会医学机器人医师分会胸外科专业委员会筹备组,

- 谭群友, 陶绍霖, 等. 机器人辅助纵隔肿瘤手术中国专家共识 (2019版). 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(2): 117-125.
- 10 李剑涛, 罗清泉. 微创外科时代达芬奇机器人在胸外科的应用经验与思考. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2020, 13(5): 260-264.
- 11 宋世源, 吴子恒, 徐惟, 等. 机器人辅助非气管插管纵隔肿瘤切除术后住院时间影响因素分析及流程优化. 中国胸心血管外科临床杂志, 2022. [Epub ahead of print]
- 12 刘博, 汪明敏, 许世广, 等. 达芬奇机器人纵隔肿瘤切除术的学习曲线. 中国胸心血管外科临床杂志, 2017, 24(2): 127-131.
- 13 Ternovych I, Kreis O, Gavrilov Y, *et al.* Diagnosis of anxiety and depression in patients with myasthenia gravis. *J Neurol Sci*, 2021, 429(S): 19769.
- 14 王圣中, 刘晨熙, 胡玉川, 等. 胸腺增生的影像学研究进展. *国际医学放射学杂志*, 2021, 44(4): 438-441.
- 15 Strange CD, Ahuja J, Shroff GS, *et al.* Imaging evaluation of thymoma and thymic carcinoma. *Front Oncol*, 2022, 11: 810419.
- 16 Assuncao CM, Grein HT. The importance of single-fiber electromyography in myasthenia gravis diagnosis and prognosis: A systematic review. *J Neurol Sci*, 2021, 429(S): 118508.
- 17 Enkhtuya S, Khutagbaatar D, Rentsenbat M. Repetitive nerve stimulation test in patients with myasthenia gravis. *J Neurol Sci*, 2021, 429(S): 118357.
- 18 Chimedregzen O, Jambal S, Rentsenbat M, *et al.* Thymus characteristics in seropositive and seronegative myasthenia gravis. *J Neurol Sci*, 2021, 429(S): 118396.
- 19 周怡, 赵卫国, 保鹏涛, 等. 重症肌无力患者胸腺切除手术前后呼吸肌功能变化. *中国神经精神疾病杂志*, 2011, 37(11): 679-682.
- 20 姜格宁, 张雷, 朱余明, 等. 肺切除手术患者术前肺功能评估肺科共识. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(1): 1-9.
- 21 Tonev D, Georgieva R, Vavrek E. Our clinical experience in the treatment of myasthenia gravis acute exacerbations with a novel nanomembrane-based therapeutic plasma exchange technology. *J Clin Med*, 2022, 11(14): 4021.
- 22 Kondo K, Monden Y. Therapy for thymic epithelial tumors: A clinical study of 1, 320 patients from Japan. *Ann Thorac Surg*, 2003, 76(3): 878-84.
- 23 Hamaji M, Allen MS, Cassivi SD, *et al.* The role of surgical management in recurrent thymic tumors. *Ann Thorac Surg*, 2012, 94(1): 247-254.
- 24 Zielinski M, Hauer L, Hauer J, *et al.* Comparison of complete remission rates after 5 year follow-up of three different techniques of thymectomy for myasthenia gravis. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 37(5): 1137-143.
- 25 Masaoka A, Yamakawa Y, Niwa H, *et al.* Extended thymectomy for myasthenia gravis patients: A 20-year review. *Ann Thorac Surg*, 1996, 62(3): 853-859.
- 26 Nakagawa K, Asamura H, Sakurai H, *et al.* Does the mode of surgical resection affect the prognosis/recurrence in patients with thymoma? *J Surg Oncol*, 2014, 109(3): 179-183.
- 27 Voulaz E, Perroni G, Russo A, *et al.* Thymectomy versus complete thymectomy in early-stage non-myasthenic thymomas: A multicentric propensity score-matched study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2022, 35(1): ivac167.
- 28 井森, 蔡文涵, 温佳新, 等. 全胸腺切除与胸腺瘤切除治疗早期非重症肌无力胸腺瘤的围术期指标和预后比较. *解放军医学院学报*, 2022, 43(5): 502-506.
- 29 Papadimas E, Tan YK, Luo H, *et al.* Partial versus complete thymectomy in non-myasthenic patients with thymoma: A systematic review and meta-analysis of clinical outcomes. *Heart Lung Circ*, 2022, 31(1): 59-68.
- 30 Jarrar E, Naija S, Amara N, *et al.* Prognosis of thymectomy in myasthenia gravis patients, in a Tunisian cohort. *J Neurol Sci*, 2021, 429(S): 118831.
- 31 Pulle MV, Asaf BB, Puri HV, *et al.* Meta-analysis of limited thymectomy versus total thymectomy for masaoka stage I and II thymoma. *J Chest Surg*, 2021, 54(2): 127-136.
- 32 Rückert JC, Zhang H, Li F, *et al.* Complete thymectomy for myasthenia gravis. *J Vis Surg*, 2021. [Epub ahead of print]
- 33 Huang Y, Su L, Zhang Y, *et al.* Risk factors for postoperative myasthenic crisis after thymectomy in patients with myasthenia gravis. *J Surg Res*, 2021, 262: 1-5.
- 34 Chu XY, Xue ZQ, Wang RW, *et al.* Predictors of postoperative myasthenic crisis in patients with myasthenia gravis after thymectomy. *Chin Med J (Engl)*, 2011, 124(8): 1246-1250.
- 35 谭群友, 陶绍霖, 刘宝东, 等. 重症肌无力外科治疗中国临床专家共识. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2022, 29(5): 529-541.
- 36 Beckers PAJ, Mercelis R, Heyman S, *et al.* Myasthenia gravis appearing after thymectomy heralding recurrent thymoma. *Acta Chir Belg*, 2019, 119(3): 195-197.
- 37 中国医师协会肿瘤多学科诊疗专业委员会. 中国胸腺上皮肿瘤临床诊疗指南(2021版). *中华肿瘤杂志*, 2021, 43(4): 395-404.
- 38 Kiss G, Castillo M. Non-intubated anesthesia in thoracic surgery-technical issues. *Ann Transl Med*, 2015, 3(8): 109.
- 39 陈凇, 陈亚进, 董海龙, 等. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018版). *中国实用外科杂志*, 2018, 38(1): 1-20.
- 40 谭潮, 吴浩, 王嘉华, 等. 全身麻醉下喉罩通气并发症的研究进展. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2021, 12: 1325-1329.
- 41 Bussièrès JS, Somma J, Del Castillo JL, *et al.* Bronchial blocker versus left double-lumen endotracheal tube in video-assisted thoracoscopic surgery: A randomized-controlled trial examining time and quality of lung deflation. *Can J Anaesth*, 2016, 63(7): 818-827.
- 42 Campos JH. Update on selective lobar blockade during pulmonary resections. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2009, 22(1): 18-22.
- 43 邓小明, 姚尚龙, 于布为, 等. 主编. 现代麻醉学. 第5版. 北京: 人民卫生出版社, 2020. 2127.
- 44 朱勇, 施舜缤, 张林, 等. 2种径路胸腔镜全胸腺切除术的对比研究. *中国微创外科杂志*, 2019, 19(2): 121-123.
- 45 王维, 李川, 林琳, 等. 经剑突下达芬奇机器人手术与传统胸腔镜手术治疗重症肌无力合并胸腺瘤的对比研究. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(11): 1287-1291.
- 46 徐建国, 吴新民, 罗爱伦, 等. 成人术后疼痛处理专家共识. *临床麻醉学杂志*, 2010, 26(36): 190-196.

收稿日期: 2022-08-16 修回日期: 2022-08-27

本文编辑: 刘雪梅