



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250009
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250009
China Journal of General Surgery, 2025, 34(5):850-858.

· 专题论坛 ·

优秀机器人甲状腺手术助手的能力构建与实践路径

李小磊, 陈思娟, 贺青卿

(中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院 甲状腺乳腺外科, 山东 济南 250031)

摘要

在精准医疗不断发展的背景下, 机器人手术技术迅速推广, 机器人甲状腺手术在国内已广泛开展, 并展现出操作精细、创伤小、美容效果好等显著优势。本中心自开展该术式以来, 已累计完成逾4 000例机器人甲状腺手术, 积累了丰富的实践经验, 尤其在手术配合与助手培养方面形成了较为成熟的体系。优秀的手术助手在确保手术顺利推进和保障患者安全方面发挥着关键作用。本文基于中心实践, 系统总结了机器人甲状腺手术助手的培训要点与配合技巧, 重点包括术前准备(如患者筛选、影像资料研判、喉返神经风险评估)及术中配合(如Trocarr放置、器械交接、纱布球管理与止血等)等关键环节。旨在为机器人甲状腺手术团队提供可借鉴的实用经验, 助力技术规范推广, 提升团队协作水平与手术质量, 为患者提供更安全、高效的医疗服务。

关键词

甲状腺切除术; 甲状腺手术; 手术助手

中图分类号: R653

Capability building and practical pathways for an excellent assistant in robotic thyroidectomy

LI Xiaolei, CHEN Sijuan, HE Qingqing

(Department of Thyroid and Breast Surgery, the 960th Hospital of Joint Logistics Support Force of the People's Liberation Army, Jinan 250031, China)

Abstract

With the continuous advancement of precision medicine, robotic surgical techniques have been rapidly promoted, and robotic thyroidectomy has been increasingly applied in China, demonstrating advantages such as refined manipulation, minimal invasiveness, and improved cosmetic outcomes. Since the initiation of this procedure, our center has completed over 4 000 cases of robotic thyroidectomy, accumulating extensive practical experience and establishing a comprehensive system for surgical coordination and assistant training. An excellent surgical assistant plays a pivotal role in ensuring procedural efficiency and patient safety. Based on our center's experience, this article systematically summarizes key training elements and intraoperative coordination techniques for assistants in robotic thyroidectomy. Key areas include preoperative preparation (such as patient selection, imaging review,

基金项目: 山东省济南市临床医学科技创新计划基金资助项目(202328089, 202430064); 中国人民解放军联勤保障部队医学重点学科基金资助项目; 山东省医药卫生解放军第九六〇医院重点学科基金资助项目(鲁卫函〔2024〕449号)。

收稿日期: 2025-01-04; **修订日期:** 2025-05-21。

作者简介: 李小磊, 中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院副主任医师, 主要从事甲状腺乳腺疾病微创外科治疗方面的研究。

通信作者: 贺青卿, Email: heqingqing@yeah.net

and assessment of non-recurrent laryngeal nerve risk) and intraoperative cooperation (including Trocar placement, instrument exchange, gauze management, and hemostasis). This paper aims to provide practical reference for surgical teams engaged in robotic thyroidectomy, promote the standardization of related techniques, enhance team coordination and surgical quality, and ultimately deliver safer and more efficient medical services to patients.

Key words

Thyroidectomy; Robotic Surgical Procedures; Surgical Assistant

CLC number: R653

经过10年的发展,机器人甲状腺手术凭借其操作精细、功能保护好、术后美容效果佳等优势,在国内的应用日益广泛,开展单位逐渐增多^[1-5]。随着机器人外科医生技术的精进,其适应证范围已扩展至更复杂的甲状腺疾病,包括肿瘤直径较大的甲状腺癌^[6-7]、二次手术^[8-9]、儿童及青少年甲状腺癌^[10-11]、男性或肥胖甲状腺患者手术^[12-13],以及甲状舌管囊肿^[14]等。《机器人手术系统辅助甲状腺和甲状旁腺手术临床实践指南(2024版)》^[15]与《经口腔前庭入路机器人甲状腺和甲状旁腺手术中国专家共识(2023版)》^[16]详尽阐述了术者的操作规范,极具参考价值和指导意义,对推动机器人甲状腺手术的规范化实施与应用具有重要意义。

机器人手术的成功不仅依赖于主刀医生的高超技艺,还与助手的默契配合密不可分。1名出色的助手在手术中发挥着至关重要的作用,能够显著提升手术流程的顺畅度,减少误损伤。然而,目前国内外关于机器人甲状腺手术助手操作规范和技巧的报道很少。因此,本文基于笔者中心的丰富临床实践经验,以双侧腋窝乳晕(bilateral axillo-breast approach, BABA)入路为例,深入探讨了成为1名优秀机器人甲状腺手术助手的关键要素,涵盖了术前准备、术中配合的操作技巧及注意事项等多个方面,为开展机器人甲状腺手术的外科医生提供借鉴。

1 严谨术前准备

1.1 严格筛选患者

手术的成功始于术前,而严谨的术前准备尤为关键。首先,需严格把握手术指征,筛选合适的患者。对于初涉机器人甲状腺手术的团队,建议先开展BABA入路的手术,因该术式机械臂间距

较远,不易发生碰撞,对助手更为友好^[17-18];且手术视野、操作流程与开放或腔镜甲状腺手术相似^[19-21]。BABA入路机器人甲状腺手术学习曲线大概为20~30例^[22-23],经口腔前庭入路学习曲线则为23~50例^[24-26],经腋窝入路学习曲线为20~50例^[27-28],相对而言,BABA入路学习曲线较短,易于掌握^[29]。

其次,建议选择影像学评估无淋巴结转移的甲状腺微小乳头状癌患者作为初期手术对象,而非直接挑战良性肿瘤,因良性肿瘤体积较大,血供丰富,术中视野暴露、出血处理等难度较大。

此外,Sun等^[30]认为超重或肥胖是BABA入路手术时间延长的关键因素之一。肥胖患者中央区脂肪组织较多,识别和游离喉返神经,以及进行中央区淋巴结清扫难度更大,手术时间更长^[31]。同时,肌肉发达的男性或肥胖患者因皮瓣层次不清晰和工作空间狭窄,皮瓣分离更加困难且耗时,导致手术操作相对复杂^[32]。因此,在初始阶段,选择年轻且体型偏瘦的女性患者较为适宜。

1.2 术前评估

术前,除了全面收集患者的各项临床资料外,助手应认真研读患者的影像学资料,如超声、CT等,充分了解甲状腺结节的位置、大小、形态,以及与周围血管、神经的毗邻关系,如是否靠近入喉处、气管,肿瘤有无侵犯喉返神经可能,为手术顺利进行奠定基础。并评估颈部淋巴结的转移情况,对特殊部位转移的淋巴结可采用超声引导下纳米炭标记,以防术中遗漏。为更好地利用甲状旁腺负显影技术,建议术前1d在超声引导下甲状腺腺体内注射纳米炭^[33-34],通常选择腺体中间位置注射,并避免纳米炭污染颈部皮肤。

甲状腺手术的术前评估还需重点关注喉不返神经存在的可能性,尽管其发生率低,右侧较为常见,发生率为0.2%~1.5%^[35-36]。应仔细观察颈部CT,当存在颈部血管异常变异或内脏转位等情况

时,应警惕喉返神经的存在,做到提前预判,心中有数,便于术中操作。

2 精湛术中配合

在机器人手术中,术者远离手术台,手术台上的工作主要由床旁助手完成。助手如同术者的第三只眼和第三只手,需负责机器 Trocar 的放置、机器人对接、手术器械更换、镜头擦拭、术区渗液、出血时及时吸引、标本取出等多项任务,对其操作要求极高。下面就对助手在术中配合中的

操作技巧及经验进行分享。

2.1 患者体位与切口选择

患者取仰卧位,上半身适当抬高,颈部适当过伸,充分暴露颈部。因机器人手术时间较开放手术长,头部需放置头架,避免手术单直接压迫导致压疮。常规切口取双侧腋窝腋前线皱襞及双侧乳晕内上切口。对于肌肉发达的男性,胸壁皮肤活动度小,可将双侧乳晕切口向内上方移位2~3 cm (图1);需行颈侧区淋巴结清扫的患者,机械臂活动范围大,可将双侧腋窝切口适当向内偏移1~2 cm,以利术中操作。

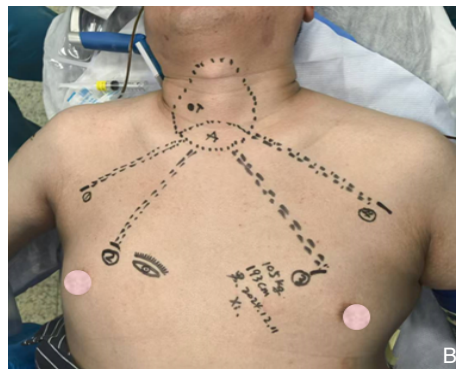


图1 BABA入路机器人甲状腺手术术前体表标记设计

A: 常规BABA入路切口设计; B: 肥胖或男性患者BABA入路切口

Figure 1 Preoperative body surface marking for robotic thyroidectomy via the BABA approach A: Standard incision design for the BABA approach; B: Modified incision design for obese or male patients using the BABA approach

2.2 初始空间建立

在体表标记 Trocar 皮下隧道走行及汇合位置,沿皮下隧道注射少量肿胀液(1 mL肾上腺素:500 mL生理盐水),以减少分离棒经过时的皮下出血。分离棒依次沿各切口进入,直接分离皮下组织至胸骨上窝汇合。助手需掌握正确的分离层次,避免过深导致出血或过浅损伤皮肤。在胸前壁分离时,可适当浅些,位于浅筋膜浅层与乳房腺体表面之间;在胸骨柄处,可适当深些,位于深筋膜与胸大肌筋膜之间,确保4个 Trocar 在胸骨柄处汇合于同一层次内。尽量避免多次穿刺分离形成假道。置入4个 Trocar 后,通过相互碰撞感知是否在同一层次内,并进行调整。在新手期,可先将机器人镜头经 Trocar 置入,另一助手在镜头直视下分别置入其余3个 Trocar,确保在同一层次内。在指导床旁机械臂系统入位后,连接操作臂:左侧乳晕切口连接超声刀,左侧腋窝切口连接马里兰钳,右侧乳晕切口连接30°向下的3D镜头,右侧腋窝切

口连接窗式抓钳。连接镜头臂后,将其末端偏向正中线,使术野保持正中对称,与开放视野一致。良好的初始空间应为术者开始手术时,视野内可见到这三种器械,同时视野正中可以看到两侧的胸锁乳突肌汇合于胸骨上窝,这样术者就不会“迷路”。为增加操作臂活动度,可适当后退 Trocar,使其在术区视野内不可见。

2.3 连接气腹,维持空间

在镜头臂 Trocar 上连接 CO₂ 气腹,维持压力在5~6 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),流量约15 L/min。将左侧乳晕 Trocar 及右侧腋窝 Trocar 密封帽打开,方便术中产生的烟雾迅速排出,术野保持清晰。肥胖患者游离皮瓣时烟雾多,可适当增大流量,便于烟雾排出,减少镜头擦拭次数,使手术更流畅。当空间压力不足时,也可在颈部皮肤悬吊2针缝线维持空间。在术者进行皮瓣游离时,助手要密切注意观察皮瓣的厚度,当游离层次较浅时,一定要及时提醒术者,避免皮瓣烫伤(图2)。



图2 游离皮瓣烫伤的术后表现 A: 术后第1天; B: 术后第4天

Figure 2 Postoperative manifestations of free flap burns A: Postoperative day 1; B: Postoperative day 4

2.4 器械切换与置入

擦拭镜头后重新置入时，助手需观察外置显示屏，缓慢置入镜头，注意避开术野内的束带或先将 Trocar 向术区内进一步推进，以防镜头被污染需要再次擦拭。更换或重新置入操作器械遇阻力大时，说明 Trocar 在隧道内，不在术区，直接暴力置入会导致隧道内出血，而且止血非常困难。应先向术区内推进 Trocar 直至在术野内观察到后再置入器械，然后后退 Trocar。

2.5 纱布球管理

术中遇到术区出血或渗出较多时，常规用腔镜纱布条压迫或吸引。但纱布条体积大，在机器人手术狭小空间内易影响操作，基于此，笔者团队进行了改进，将单层纱布块沿长轴卷成直径约 0.4 cm、长约 3 cm、显影线外露的圆柱状纱布球，外用丝线打结固定^[37]。纱布球体积小，不占用过多手术空间，易于捏取，便于吸取渗液、压迫止血，术中还可推移遮挡喉返神经，避免神经损伤。更重要的是，纱布球带有显影线，清点、查找方便，可以消除安全隐患（图3）。笔者曾遇术中纱布球遗失案例，最后利用显影线通过骨科的C型透视臂定位寻找，发现在取标本过程中，纱布球被拖拽至腋窝切口隧道内。助手应及时取出和清点纱布球，手术结束前务必与器械护士严格核对数目，避免纱布球遗留术区。

2.6 合理使用吸引器

术区渗液多或有出血时，应及时拔出超声刀，更换吸引器吸取。吸取过程中，可挤压纱布球吸取，注意远离喉返神经或甲状旁腺，避免损伤。手术结束冲洗术区时，将吸引器置于气管表面吸取，防止误损伤。

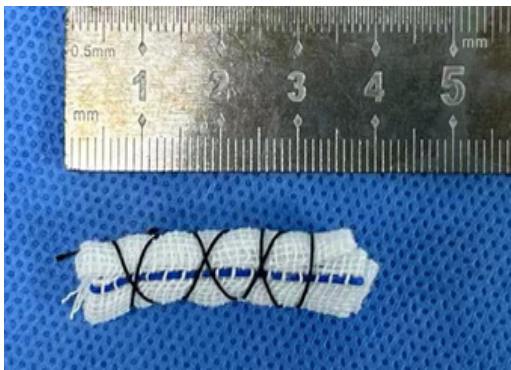


图3 机器人甲状腺手术中使用自制的带有显影线的止血纱布球

Figure 3 Self-made hemostatic ball with a radiopaque marker used in robotic thyroidectomy

2.7 减少术野盲区

颈部中央区低位或IV区淋巴结清扫时，胸骨或锁骨遮挡会造成术野盲区，导致淋巴结清扫不彻底。此时，可将镜头臂向上抬起，可增加30°镜头的视野，显著减少盲区范围。同时上抬超声刀臂，增加器械活动度，便于深部操作。

2.8 取出标本

标本切除后，置于标本袋中，从右侧腋窝隧道取出。标本较大时，可用长直卵圆钳经右侧腋窝切口由内向外钝性扩张，缓慢撑开隧道内的筋膜及纤维结缔组织，直至隧道宽度适合标本大小。要重视标本取出过程，防止标本脱落导致隧道内肿瘤种植。取出标本后，用湿纱布填塞 Trocar 及隧道间隙，防止漏气导致压力不足。

2.9 仔细止血

手术结束后，用大量温热蒸馏水或生理盐水冲洗术区和隧道，防止肿瘤种植转移，并仔细检查术区有无出血；取出 Trocar 后，应仔细检查隧道

有无出血。隧道出血大多见于右侧乳晕切口，可能跟第三代机器人镜头臂 Trocar 较粗（直径为 1.2 cm）有关。一旦发现出血，应用静脉拉钩拉开切口充分暴露，确认出血位置，如果出血点距离切口较近可用可吸收线缝扎或电刀凝闭，如果距离术区较近，应重新连接机器人，在镜头直视下利用超声刀止血。

3 助手所需核心培养的外科意识

3.1 严格无菌操作

机器人机械臂体积大、活动幅度广，操作不慎易碰到助手帽子或面部，造成机械臂污染，助手在床旁操作时应始终提高警惕，严格遵守无菌操作原则，确保手术区域无菌状态，避免手术感染。

3.2 顺畅沟通

助手需与手术团队保持良好沟通，确保手术信息准确传递与共享。在整个手术过程中，助手应充分融入，保持高度专注，及时与主刀医生沟通，严格遵照指示，及时跟进配合，使操作衔接流畅，减少延误。

3.3 优秀助手的主刀思维

优秀助手须具备主刀思维，站在主刀角度思考，想术者之所想，领会术者各个步骤的意图，预测手术进程中的需求，提前做好准备，确保手术顺利进行。助手应通过查阅文献、回看手术录像等途径不断学习，揣摩手术流程及主刀医生操作习惯，以术者角度解析思路，充分了解需求，确保手术过程流畅无误。

4 讨论

机器人甲状腺手术的成功不仅依赖于主刀医生的高超技艺，还与助手的默契配合密不可分。助手在手术中发挥着至关重要的作用，能够显著提升手术流程的顺畅度，减少误损伤。然而，目前国内关于机器人甲状腺手术助手操作规范和技巧的报道较少，这使得许多初涉该领域的团队在实践中面临诸多挑战。本文基于笔者中心丰富的临床实践经验，深入探讨成为 1 名优秀机器人甲状腺手术助手的关键要素，涵盖了术前准备、术中配合的操作技巧及需要培养的核心外科意识等多个方面，为开展机器人甲状腺手术的外科医生

提供借鉴。

4.1 机器人甲状腺手术助手的重要性

研究^[38]表明，经验丰富的手术助手能显著缩短手术时间，提高手术安全性，缓解术者不良情绪。Yu 等^[39]指出，在机器人手术中，需要手术助手在术中依据主刀医生的要求，及时更换操作器械或使用颈部针式牵引器，提高操作灵活性，保证手术顺利推进。笔者团队^[40]研究表明，机器人甲状腺手术助手的学习曲线为 20 例。助手应接受专业培训，取得机器人手术助手资质，熟练掌握机器人手术系统仪器设备的安装、使用及故障排查，不断优化手术流程，积极参加专业培训与学术交流，与同行分享经验，更快渡过学习曲线，使机器人手术更加精细精准，达到更佳治疗效果。

4.2 人工智能时代下机器人甲状腺手术助手的重要性

随着人工智能技术的持续进步，甲状腺疾病的诊断研究也得到了显著推动。例如，Song 等^[41]评估了人工智能 CT 方法在甲状腺眼病筛查中的应用，表明该方法具有高准确率、敏感度和特异度，对甲状腺眼病的筛查具有重要意义；此外，多项研究^[42-44]指出，基于深度学习的辅助诊断系统能够有效预测甲状腺癌患者的 BRAF 突变，从而为精准医疗提供支持；人工智能算法还可通过辅助评估拟行手术治疗的甲状腺结节恶性风险分层，为临床决策提供重要参考^[45-46]。外科医生应重视人工智能技术在甲状腺疾病术前诊断中的应用，并积极将其与临床实践相结合。这不仅有助于提高诊断的准确率和效率，还能为患者提供更为个性化和精准的治疗方案，从而推动甲状腺疾病诊疗水平的整体提升。

人工智能在甲状腺手术中的应用日益广泛，尤其是在辅助术中决策方面。Xia 等^[47]证实，将人工智能算法与临床数据相结合，能够在术前有效预测甲状腺癌淋巴结转移风险，为手术方案的制定提供重要依据；Dip 等^[48]报道了 1 例基于神经自发荧光技术和人工智能组织识别软件引导下的甲状腺切除术，它能够提供目标神经周围所有结构的实时导航指导，进一步提高手术的精确性和安全性；田文等^[49]报道了 1 例通过 5G 技术跨越 2 200 km 的远程机器人甲状腺癌根治术，更是展示远程医疗与机器人技术结合的广阔前景。人工智能技术及影像组学技术的应用有望进一步提高甲状腺结

节的诊断准确性,实现对其准确分期及对甲状腺癌基因突变的准确预测,优化甲状腺癌的治疗过程,从而实现对精准诊断与个体化治疗,使患者最大程度获益^[50]。

在人工智能的背景下,机器人手术助手角色将变得更加重要。助手不仅需要熟练掌握传统手术技能,还应努力学习并高效利用这些先进技术,以便在手术中更好地协助主刀医生。此外,助手还需要具备快速适应新技术的能力,以便在手术过程中灵活应对各种情况。

5 总 结

随着机器人手术技术的不断发展,机器人甲状腺手术助手的重要性将日益凸显。在机器人外科时代,成为1名优秀的机器人手术助手已成为一线医生的必备素质,也是晋升为优秀主刀医生的基础。为了更好地推动机器人甲状腺手术的发展,应进一步加强对手术助手的培训和教育,制定更加详细和规范的操作指南,以实现机器人甲状腺手术的规范化实施与应用。同时,积极开展多中心研究,总结更多临床经验,为机器人甲状腺手术的发展提供更多的科学依据和实践指导,临床实践中,应重视机器人手术主刀医生与助手的共同培养,提升手术团队的整体水平,为患者提供更优质的医疗服务。

作者贡献声明:李小磊统筹全文,负责文章撰写和图片制作;陈思娟负责文章修改;贺青卿负责文章审核、校对。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 李小磊,陈思娟,李陈钰,等. 经口腔前庭入路机器人辅助甲状腺手术107例临床分析[J]. 中华外科杂志, 2024, 62(5):419-423. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20230915-00123.
- [2] 李小磊,贺青卿,庄大勇,等. 双侧腋窝乳晕入路机器人甲状腺手术单中心1 000例报告[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(11):918-922. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20201218-00866.
- [3] Li XL, He QQ, Zhuang DY, et al. Outcomes of 1 000 cases of robotic thyroidectomy by bilateral axillo-breast approach: a retrospective study in a single center[J]. Chinese Journal of Surgery, 2021, 59(11): 918-922. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20201218-00866.
- [4] 李昆临,白柯成,杨明宇,等. 第四代达芬奇机器人经双侧腋窝乳晕入路甲状腺手术疗效单中心649例分析[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(11): 1687-1696. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.2023.11.007.
- [5] Li KL, Bai KC, Yang MY, et al. Efficacy of bilateral axillo-breast approach thyroidectomy using the 4th-generation Da Vinci surgical robot: a single-center analysis of 649 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2023, 32(11): 1687-1696. doi: 10.7659/j. issn.1005-6947.2023.11.007.
- [6] 史荣亮,张婷婷,王宇,等. 达芬奇Xi机器人在单侧腋窝入路免充气甲状腺手术中的临床应用分析[J]. 中国癌症杂志, 2023, 33(11):1018-1025. doi:10.19401/j.cnki.1007-3639.2023.11.007.
- [7] Shi RL, Zhang TT, Wang Y, et al. Clinical application analysis of Da Vinci Xi robot in thyroid surgery using a gasless, unilateral axillary approach[J]. China Oncology, 2023, 33(11): 1018-1025. doi:10.19401/j.cnki.1007-3639.2023.11.007.
- [8] 覃湘泉,赵晶晶,罗佳,等. 机器人辅助超精细被膜解剖技术在甲状腺癌手术中的应用:附1 045例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(11): 1677-1686. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.2023.11.006.
- [9] Qin XQ, Zhao JJ, Luo J, et al. The application of robot-assisted super-meticulous capsular dissection in thyroid cancer surgery: a report of 1 045 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2023, 32(11):1677-1686. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.006.
- [10] 李小磊,朱见,王梦迪,等. 达芬奇机器人治疗肿瘤直径大于2 cm甲状腺癌的临床研究[J]. 中华腔镜外科杂志:电子版, 2018, 11(4):216-219. doi:10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2018.04.007.
- [11] Li XL, Zhu J, Wang MD, et al. Clinical study of da Vinci robotic thyroidectomy for thyroid cancer larger than 2 cm[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2018, 11(4): 216-219. doi:10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2018.04.007.
- [12] Chen ZX, Pang FS, Chen JB, et al. Transoral endoscopic thyroidectomy by vestibular approach for papillary thyroid carcinoma with tumor size ≥ 2 cm[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2023, 33(4):370-374. doi:10.1089/lap.2022.0456.
- [13] Kim DG, Kim K, Lee JE, et al. Re-do operation using a robotic system due to locoregional recurrence after initial thyroidectomy for thyroid cancer[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 11531. doi: 10.1038/s41598-022-15908-x.
- [14] Oh MY, Park D, Chai YJ, et al. Re-do transoral robotic

- thyroidectomy is feasible: preliminary results of the surgical feasibility and efficacy of completion transoral robotic thyroidectomy: cohort study[J]. *Int J Surg*, 2024, 110(5): 2933–2938. doi:10.1097/JS9.0000000000001212.
- [10] Li C, Gao Y, Zhou P, et al. Comparison of the robotic bilateral axillo-breast approach and conventional open thyroidectomy in pediatric patients: a retrospective cohort study[J]. *Thyroid*, 2022, 32(10):1211–1219. doi:10.1089/thy.2022.0242.
- [11] Lee JK, Choi JH, Kim W, et al. Bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy in pediatric patients with thyroid disease and cancer[J]. *Endocrine*, 2023, 81(3): 532–539. doi: 10.1007/s12020-023-03372-0.
- [12] 丁昱强, 王猛, 厉彦辰, 等. 双侧乳晕腋窝径路机器人在肥胖女性甲状腺癌手术中的应用[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2023, 37(4):288–292. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2023.04.010.
- Ding YQ, Wang M, Li YC, et al. Clinical study of bilateral axillo-breast approach robot in obese women with thyroid cancer[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2023, 37(4):288–292. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2023.04.010.
- [13] Tai DKC, Kim HY, Park D, et al. Obesity may not affect outcomes of transoral robotic thyroidectomy: subset analysis of 304 patients[J]. *Laryngoscope*, 2020, 130(5): 1343–1348. doi: 10.1002/lary.28239.
- [14] Chen S, Li Y, Cao X, et al. Bilateral axillo-breast approach robotic thyroglossal duct cyst resection in an adolescent: a case report and literature review[J]. *Gland Surg*, 2024, 13(5): 775–780. doi: 10.21037/gs-24-10.
- [15] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科专家工作组, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会, 中国医疗保健国际交流促进会普通外科学分会. 机器人手术系统辅助甲状腺和甲状旁腺手术临床实践指南(2024版)[J]. *中华外科杂志*, 2024, 62(9):805–817. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20240608-00285.
- Expert Working Group on Thyroid Surgery Chinese Medical Doctor Association Division of Surgeons, Thyroid Disease Committee of Chinese Research Hospital Association, General Surgery Branch of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care. Clinical practice guideline for robotic surgical system-assisted thyroid and parathyroid surgery (2024 edition)[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2024, 62(9): 805–817. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20240608-00285.
- [16] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科专家工作组, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会, 中国医疗保健国际交流促进会普通外科学分会, 等. 经口腔前庭入路机器人甲状腺和甲状旁腺手术中国专家共识(2023版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2023, 43(12):1328–1334. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.12.02.
- Expert Working Group on Thyroid Surgery, Chinese Medical Doctor Association Division of Surgeons, Thyroid Disease Committee of Chinese Research Hospital Association, General Surgery Branch of China International Exchange, Promotive Association for Medical, CareHealth, et al. Chinese expert consensus on transoral vestibular ap-proach robotic thyroidectomy and parathyroidectomy(2023 edition) [J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2023, 43(12): 1328–1334. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.12.02.
- [17] Yu HW, Chai YJ, Kim SJ, et al. Robotic-assisted modified radical neck dissection using a bilateral axillo-breast approach (robotic BABA MRND) for papillary thyroid carcinoma with lateral lymph node metastasis[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(5): 2322–2327. doi: 10.1007/s00464-017-5927-9.
- [18] 贺青卿, 王猛. 机器人辅助腔镜甲状腺手术在中国的发展和现状[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(11):1639–1647. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.002.
- He QQ, Wang M. The development and current situation of robot-assisted endoscopic thyroid surgery in China[J]. *China Journal of General Surgery*, 2023, 32(11): 1639–1647. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.002.
- [19] Zheng ZF, Wu LM, Jian CX, et al. Comparison of 3-dimensional and 2-dimensional endoscopic thyroid lobectomy via the trans-thoracoareolar approach[J]. *Saudi Med J*, 2018, 39(2):142–146. doi: 10.15537/smj.2018.2.21295.
- [20] de Vries LH, Aykan D, Lodewijk L, et al. Outcomes of minimally invasive thyroid surgery - A systematic review and meta-analysis[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12: 719397. doi: 10.3389/fendo.2021.719397.
- [21] Paek SH, Kwon H, Kang KH. A comparison of the bilateral axillo-breast approach (BABA) robotic and open thyroidectomy for papillary thyroid cancer after propensity score matching[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2022, 32(5):537–541. doi:10.1097/SLE.0000000000001085.
- [22] Sun HX, Gao HJ, Ying XY, et al. Robotic thyroidectomy via bilateral axillo-breast approach: Experience and learning curve through initial 220 cases[J]. *Asian J Surg*, 2020, 43(3): 482–487. doi:10.1016/j.asjsur.2019.07.015.
- [23] Ouyang H, Xue W, Zhang Z, et al. Learning curve for robotic thyroidectomy using BABA: CUSUM analysis of a single surgeon's experience[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 942973. doi:10.3389/fendo.2022.942973.
- [24] Kim KH, Ji YB, Song CM, et al. Learning curve of transoral robotic thyroidectomy[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37(1):535–543. doi: 10.1007/s00464-022-09549-4.
- [25] Chen YH, Kim HY, Anuwong A, et al. Transoral robotic

- thyroidectomy versus transoral endoscopic thyroidectomy: a propensity-score-matched analysis of surgical outcomes[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(11): 6179–6189. doi: [10.1007/s00464-020-08114-1](https://doi.org/10.1007/s00464-020-08114-1).
- [26] 李陈钰, 贺青卿, 庄大勇, 等. 经口腔前庭入路机器人甲状腺手术的学习曲线分析[J]. *中华腔镜外科杂志:电子版*, 2022, 15(5):270–274. doi:[10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.004](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.004).
- Li CY, He QQ, Zhuang DY, et al. A prospective study of learning curve of transoral robotic thyroidectomy[J]. *Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition*, 2022, 15(5): 270–274. doi:[10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.004](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.004).
- [27] Lee J, Yun JH, Nam KH, et al. The learning curve for robotic thyroidectomy: a multicenter study[J]. *Ann Surg Oncol*, 2011, 18(1):226–232. doi:[10.1245/s10434-010-1220-z](https://doi.org/10.1245/s10434-010-1220-z).
- [28] Park J, Kang LK, Kim K, et al. The learning curve for single-port transaxillary robotic thyroidectomy (SP-TART): experience through initial 50 cases of lobectomy[J]. *Updates Surg*, 2023, 75(3): 691–700. doi:[10.1007/s13304-022-01445-9](https://doi.org/10.1007/s13304-022-01445-9).
- [29] Zhan L, Feng HF, Yu XZ, et al. Clinical and prognosis value of the number of metastatic lymph nodes in patients with papillary thyroid carcinoma[J]. *BMC Surg*, 2022, 22(1): 235. doi: [10.1186/s12893-022-01635-7](https://doi.org/10.1186/s12893-022-01635-7).
- [30] Sun H, Liu Z, Gao H, et al. Predictive factors for prolonged operative time of robotic thyroidectomy via bilateral axillo-breast approach: Analysis of 359 cases of differentiated thyroid cancer[J]. *Asian J Surg*, 2022, 45(1): 105–109. doi: [10.1016/j.asjsur.2021.03.030](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.03.030).
- [31] Yap Z, Kim WW, Kang SW, et al. Impact of body mass index on robotic transaxillary thyroidectomy[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 8955. doi:[10.1038/s41598-019-45355-0](https://doi.org/10.1038/s41598-019-45355-0).
- [32] Song CM, Jang YI, Ji YB, et al. Factors affecting operative time in robotic thyroidectomy[J]. *Head Neck*, 2018, 40(5): 893–903. doi: [10.1002/hed.25033](https://doi.org/10.1002/hed.25033).
- [33] 张为良, 周鹏, 李小磊, 等. 示踪剂米托蒽醌和纳米炭在机器人甲状腺癌手术中的应用效果比较[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(5):762–771. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2024.05.009](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.05.009).
- Zhang WL, Zhou P, Li XL, et al. Comparison of the application effects of mitoxantrone versus carbon nanoparticles as tracers in robotic thyroid cancer surgery[J]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(5): 762–771. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2024.05.009](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.05.009).
- [34] 刘旭, 于芳, 王刚, 等. 纳米炭示踪剂在机器人甲状腺癌淋巴结清扫中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(11):1445–1452. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2022.11.006](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.11.006).
- Liu X, Yu F, Wang G, et al. Application carbon nanoparticle tracer for lymph node dissection in robotic thyroidectomy[J]. *China Journal of General Surgery*, 2022, 31(11):1445–1452. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2022.11.006](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.11.006).
- [35] 范玥, 代文杰. 甲状腺外科手术中喉返神经的临床研究[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2022, 16(4): 506–509. doi: [10.3760/cma.j.cn.115807-20210418-00121](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.115807-20210418-00121).
- Fan Y, Dai WJ. Clinical study of non-recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery[J]. *Chinese Journal of Endocrine Surgery*, 2022, 16(4):506–509. doi:[10.3760/cma.j.cn.115807-20210418-00121](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.115807-20210418-00121).
- [36] Medhi R, Sarma N, B MC, et al. Non-recurrent laryngeal nerve-A rare anatomical anomaly that increases the risk of nerve injury during thyroidectomy[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2024, 76(5):4869–4872. doi:[10.1007/s12070-024-04930-2](https://doi.org/10.1007/s12070-024-04930-2).
- [37] 林荣花, 张焰. 达芬奇机器人甲状腺手术专用纱布棒的设计与应用[J]. *中华现代护理杂志*, 2020, 26(24):3408. doi: [10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2020.24.102](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2020.24.102).
- Lin RH, Zhang Y. Design and application of gauze rod for da Vinci robotic thyroidectomy[J]. *Chinese Journal of Modern Nursing*, 2020, 26(24):3408. doi:[10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2020.24.102](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2020.24.102).
- [38] Kwon H. Impact of bedside assistant on outcomes of robotic thyroid surgery: a STROBE-compliant retrospective case-control study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(36):e22133. doi:[10.1097/MD.00000000000022133](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022133).
- [39] Yu JF, Huang WY, Wang J, et al. Detailed analysis of learning phases and outcomes in robotic and endoscopic thyroidectomy[J]. *Surg Endosc*, 2024, 38(11): 6586–6596. doi: [10.1007/s00464-024-11247-2](https://doi.org/10.1007/s00464-024-11247-2).
- [40] 厉彦辰, 郑鲁明, 朱见, 等. 机器人辅助下经BABA入路甲状腺手术助手学习曲线分析[J]. *机器人外科学杂志:中英文*, 2021, 2(6): 463–470. doi:[10.12180/j.issn.2096-7721.2021.06.007](https://doi.org/10.12180/j.issn.2096-7721.2021.06.007).
- Li YC, Zheng LM, Zhu J, et al. Analysis on learning curve of assistant in robotic thyroid surgery via BABA approach[J]. *Chinese Journal of Robotic Surgery*, 2021, 2(6): 463–470. doi: [10.12180/j.issn.2096-7721.2021.06.007](https://doi.org/10.12180/j.issn.2096-7721.2021.06.007).
- [41] Song X, Liu Z, Li L, et al. Artificial intelligence CT screening model for thyroid-associated ophthalmopathy and tests under clinical conditions[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2021, 16(2): 323–330. doi:[10.1007/s11548-020-02281-1](https://doi.org/10.1007/s11548-020-02281-1).
- [42] Yoon J, Lee E, Koo JS, et al. Artificial intelligence to predict the BRAFV600E mutation in patients with thyroid cancer[J]. *PLoS One*, 2020, 15(11):e0242806. doi:[10.1371/journal.pone.0242806](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242806).
- [43] Agyekum EA, Wang YG, Xu FJ, et al. Predicting BRAFV600E mutations in papillary thyroid carcinoma using six machine learning algorithms based on ultrasound elastography[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):12604. doi:[10.1038/s41598-023-39747-6](https://doi.org/10.1038/s41598-023-39747-6).
- [44] Wang YG, Xu FJ, Agyekum EA, et al. Radiomic model for determining the value of elasticity and grayscale ultrasound

- diagnoses for predicting BRAFV600E mutations in papillary thyroid carcinoma[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 872153. doi:10.3389/fendo.2022.872153.
- [45] Barczyński M, Stopa-Barczyńska M, Wojtczak B, et al. Clinical validation of S-DetectTM mode in semi-automated ultrasound classification of thyroid lesions in surgical office[J]. *Gland Surg*, 2020, 9(Suppl 2):S77–S85. doi:10.21037/gs.2019.12.23.
- [46] Jeong EY, Kim HL, Ha EJ, et al. Computer-aided diagnosis system for thyroid nodules on ultrasonography: diagnostic performance and reproducibility based on the experience level of operators[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(4): 1978–1985. doi: 10.1007/s00330-018-5772-9.
- [47] Xia E, Chi Y, Jin L, et al. Preoperative prediction of lymph node metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma by an artificial intelligence algorithm[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(7): 7695–7704.
- [48] Dip F, Aleman R, Rancati A, et al. Thyroid surgery under nerve auto-fluorescence & artificial intelligence tissue identification software guidance[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2025, 410(1): 23. doi:10.1007/s00423-024-03597-1.
- [49] 田文, 姚京, 王冰, 等. 5G 远程手术机器人辅助甲状腺癌根治术初步研究[J]. *中国实用外科杂志*, 2024, 44(9): 1075–1077. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.09.18.
- Tian W, Yao J, Wang B, et al. Preliminary study of 5G remote surgical robot assisted radical resection of thyroid cancer [J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2024, 44(9): 1075–1077. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.09.18.
- [50] 刘才广, 莫屈, 肖羿, 等. 医学影像人工智能在甲状腺癌诊疗中的应用:现状与展望[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(11): 1874–1882. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.11.014.
- Liu CG, Mo Q, Xiao Y, et al. Applications of medical imaging artificial intelligence in the diagnosis and treatment of thyroid cancer: current status and future prospects[J]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(11): 1874–1882. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.11.014.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:李小磊, 陈思娟, 贺青卿. 优秀机器人甲状腺手术助手的能力构建与实践路径[J]. *中国普通外科杂志*, 2025, 34(5):850–858. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250009

Cite this article as: Li XL, Chen SJ, He QQ. Capability building and practical pathways for an excellent assistant in robotic thyroidectomy[J]. *Chin J Gen Surg*, 2025, 34(5): 850–858. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250009