



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.002
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.002
China Journal of General Surgery, 2023, 32(11):1639-1647.

· 述评 ·

机器人辅助腔镜甲状腺手术在中国的发展和现状

贺青卿, 王猛

(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)



贺青卿

摘要

机器人手术系统于2007年首次应用于甲状腺手术, 其整合了腔镜与传统开放手术的优点, 进一步促进了甲状腺微创外科的发展。2014年, 笔者单位首先在国内开展机器人甲状腺手术, 并为3 200余例患者成功实施手术, 截至2023年7月国内共完成11 931例机器人甲状腺手术。其美容效果明显优于传统开放手术, 且常用入路的操作及肿瘤学安全性数据也随着开展数量及质量的提高而得到更新, 为国内机器人甲状腺手术的开展, 提供了经验指导。新技术的发展及临床应用, 也同样促进了国产机器人的研发与实践。未来, 将会有更多国产机器人投入临床, 进一步降低手术成本, 使其像腔镜技术一样得以在临床普及。在此, 笔者对相关情况作一概述, 以便国内同行进一步了解其在中国的发展和现状。

关键词

甲状腺肿瘤; 甲状腺切除术; 机器人手术; 手术入路

中图分类号: R736.1

The development and current situation of robot-assisted endoscopic thyroid surgery in China

HE Qingqing, WANG Meng

(Department of Thyroid and Breast Surgery, the 960th Hospital of the Chinese People's Liberation Army Joint Logistic Support Force, Ji'nan 250031, China)

Abstract

The robotic surgery system was first applied to thyroid surgery in 2007, which integrates the advantages of endoscopic and traditional open surgery, and further promotes the development of minimally invasive thyroid surgery. In 2014, our institution pioneered robotic thyroid surgery in China, successfully performing surgeries for over 3 200 patients. As of July this year, a total of 11 931 robotic thyroid surgeries have been completed nationwide. Its cosmetic results are significantly superior to traditional open surgery, and the safety data for commonly used approaches and oncological safety data have been continually updated with the improvement in both quantity and quality of operations. This has provided valuable experiential guidance for the implementation of robotic thyroid surgery in China. The

基金项目: 科技部重点研发计划专项课题基金资助项目 (2019YFC0119205); 济南市临床医学科技创新计划基金资助项目 (202019010); 山东省医药卫生科技发展计划基金资助项目 (202204071072)。

收稿日期: 2023-09-29; **修订日期:** 2023-11-03。

作者简介: 贺青卿, 中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院主任医师, 主要从事甲状腺、甲状旁腺、乳腺方面的研究。

通信作者: 贺青卿, Email: heqingqing@yeah.net

development and clinical application of new technologies have also similarly promoted the research and practice of domestic robots. In the future, more locally produced robots will be put into clinical use, leading to a further reduction in surgical costs and facilitating their widespread adoption in clinical practice, similar to the popularity of endoscopic techniques. Here, the authors provide an overview of the relevant information in respect of its development and current status in China, so as to aid a better understanding for fellow professionals.

Key words Thyroid Neoplasms; Thyroidectomy; Robotic Surgical Procedures; Surgical Approach

CLC number: R736.1

自1997年首次开展腔镜甲状腺微创手术以来,经过20多年的临床实践,已经探索出多种入路来规避颈部疤痕,且均可应用于机器人甲状腺手术中^[1]。机器人手术系统克服了腔镜系统的不足,具有手部滤除震颤的功能、三维放大的视野、多自由度运动的器械、平台和操控的稳定性及更符合人体工程学等优点,主刀医生实现了同空间内不接触患者的远距离手术操作,同时解放了助手,避免了同空间内的不适操作,便于持续进行复杂手术^[2]。机器人手术系统在中国甲状腺微创领域开展较晚,患者或医生对该手术方式的应用还存在一些争议,但随着机器人手术系统的普及,相信机器人甲状腺手术也会像腔镜甲状腺手术一样得到广大患者及医生的认可。且国产机器人的研发与投入使用,也将会降低机器人的使用成本,让更多患者在健康科技创新中获益。

1 机器人甲状腺手术在国内的发展

2014年,笔者团队^[3]首次在国内报道了机器人手术系统在甲状腺手术中的应用,截至2023年7月,不到10年时间,机器人手术系统在国内甲状腺外科由单中心发展到现在的95个中心,手术量超过100例的有18个中心,开展11 931例机器人甲状腺手术,其中国产机器人共开展63例。每个中心之间通过加强沟通合作,根据自身的临床经验,结合患者需求及个体化治疗的理念,为患者推荐不同入路甚至不同中心进行甲状腺手术,间接影响着机器人手术系统在国内的发展与应用。目前国内常用的是双侧腋窝乳晕入路(bilateral axillo-breast approach, BABA)、口腔前庭入路(transoral-vestibular robotic thyroidectomy, TORT)、单侧腋窝入路(transaxillary approach, TAA)、耳后入路

(retroauricular approach, RA),且各种入路不同手术范围的肿瘤学安全性及美容效果均已得到临床验证^[4]。

1.1 机器人甲状腺手术BABA入路

BABA入路由Youn于2007年首次应用于腔镜甲状腺手术,该入路是由Shimazu等创建的腋窝双侧乳晕入路(axillo-bilateral-breast approach, ABBA)改进而来,并于2008年应用于机器人甲状腺手术中^[1]。2014年,笔者团队首次在国内将这两种手术入路应用于机器人甲状腺手术中,由于BABA入路更易进行甲状腺全切及双侧中央区、侧区淋巴结清扫,且美容效果更好而被临床广泛使用,其手术切口位于双侧乳晕及双侧腋窝皱褶处,右侧乳晕切口连接镜头,其余3个切口分别连接超声刀、分离钳和抓钳,使用CO₂维持操作空间,该入路能够行甲状腺全切、IIb及Va区淋巴结清扫,对双侧甲状旁腺和喉返神经进行更好的可视化解剖暴露,减少并发症。截至目前,笔者团队已通过该入路成功为儿童、肥胖、男性、再次手术及颈侧区广泛转移的复杂患者实施手术^[5-10],且肿瘤学安全性无异于传统开放手术,但美容效果要远优于传统开放手术,所有患者均无永久性喉返神经损伤及永久性甲状旁腺功能减退,是临床应用最多、治疗效果最好的基础入路^[11]。由于国内外并无相关甲状腺或甲状旁腺机器人手术操作指南或共识,中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会及中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会首次商讨制定了《机器人手术系统辅助甲状腺和甲状旁腺手术专家共识》《机器人甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床操作专家共识》^[12-13],以便同行规范开展机器人甲状腺手术,降低手术风险和并发症。

1.2 机器人甲状腺手术 TORT 入路

2015 年 Lee 等^[14]将 TORT 入路应用于机器人甲状腺手术中,实现了体表完全无疤的要求。2017 年张彬等^[15]在国内首次将该入路应用于机器人甲状腺手术中,填补了国内该入路的空白。TORT 入路不同于其他手术方法,是由头侧向足侧进行反向手术,操作技术要求高,需要医生完全把控喉神经、颈内动静脉走行,甲状旁腺位置及手术范围。为提高 TORT 入路手术的安全性及操作性,可接入 4 号机械臂,帮助主刀推拉前挡肌肉和甲状腺,拓宽由头侧至足侧的手术视野,从而降低手术并发症及缩短手术时间。随着该入路临床应用的增多,李小磊等^[16]在国内报道了通过该入路为严格筛选的早期甲状腺癌患者行机器人甲状腺切除及中央区淋巴结清扫术的安全性。王猛等^[17]在国内首次报道了 TORT 入路行甲状腺癌择区性颈淋巴结清扫的初步经验,为强烈美容及治疗效果需求的患者提供了新的选择。颈神经损伤是该入路的特有并发症,早期颈神经的损伤率在 1%~5%,随着口角切口位置的改进,该并发症的发生率已明显降低^[18]。喉返神经损伤情况与开放及腔镜手术相当^[19-20],现有纳入研究的 TORT 入路手术的范围多局限于单侧腺叶切除,无法大样本评估甲状旁腺受损伤的情况。

1.3 机器人甲状腺手术 TAA 入路

2001 年 Chung 等首次将 TAA 入路应用于腔镜甲状腺手术,并于 2007 年由 Kim 引入机器人甲状腺手术中^[1]。2014 年笔者团队^[3]在国内首次开展 TAA 入路机器人甲状腺手术,并报道了其初步操作经验。目前国内对该入路的研究多集中在腔镜甲状腺手术中,而在机器人甲状腺手术中的报道较少。国外对于无充气 TAA 入路研究较早,经验较多,其安全性及可行性也得到了临床验证,是一种很成熟的入路。该入路在腋窝皮肤皱褶处取口,显露胸大肌外侧缘,使用电刀沿胸肌筋膜表面向锁骨及胸锁乳突肌游离,打开胸锁乳突肌后显露甲状腺,置入机器人手术系统,行甲状腺切除及颈部淋巴结清扫^[21]。随着 da Vinci Single-Port (SP) 机器人的逐渐推广,单孔机器人 TAA 入路的研究也逐渐增多, Kim 等^[22]通过对 200 例经单孔 TAA 入路机器人甲状腺手术的研究发现,对于单侧甲状腺癌患者,该入路安全可行,能最大限度地提高患者的美容效果。但该入路较难处理胸骨后甲状腺

肿及对侧甲状腺,应严格把握该入路的适应证,以保证治疗效果。臂丛神经损伤是 TAA 入路特有并发症,发生率为 0.3%~14%,该神经损伤后可出现同侧手臂麻木,肩关节疼痛,严重者会上肢活动受限,通过改变术中手臂位置及术者经验的积累可降低该并发症发生率^[23-24]。

1.4 机器人甲状腺手术 RA 入路

2011 年 Terris 首次报道了 RA 入路机器人甲状腺手术,2018 年张彬等^[25]首次在国内开展该类手术,并于 2020 年例证了该手术的安全性及可行性,为该入路在国内开展提供了借鉴。该入路在耳后及发际线处取口,使用电刀在外科牵开器的辅助下于胸锁乳突肌表面创建操作空间,前至颈正中线,上至颌下腺与下颌骨下缘,下至胸骨上窝与锁骨上缘,置入机器人手术系统后,打开胸锁乳突肌、肩胛舌骨肌及胸骨舌骨肌暴露并进行甲状腺手术。通过该入路可行 II~V 区淋巴结清扫,具有较高的肿瘤学安全性。梁发雅等^[26]首次在国内将该入路联合 TAA 入路应用到颈侧区淋巴结清扫的手术中,解决了 TAA 入路无法清扫 IIb 和 Va 区淋巴结的缺点,验证了两种入路进行颈侧区淋巴结清扫术的彻底性。RA 入路或 RA 联合 TAA 入路很难行甲状腺全切及双侧中央区或颈侧区淋巴结清扫术,且创伤较大,目前在国内开展较少。耳大神经损伤是该入路的常见并发症,发病率为 0~15%,该神经损伤后,可导致同侧耳垂、耳廓和乳突等部位的皮肤麻木,需要有丰富解剖经验的医生进行操作,以便降低该神经的损伤率^[21]。

2 机器人甲状腺手术在国内的现状

机器人手术系统不同于腔镜系统,在腔镜入路设计的基础上,需考虑体外操作空间、力反馈、人机适应、解剖重塑和操作思维转变等诸多影响手术操作及肿瘤安全性的因素。且机器人手术系统在国内应用较晚,能够开展机器人甲状腺手术的中心数量有限,无法广泛宣传该系统的优点,且传统开放手术发展最早,技术最成熟,患者与医生对开放手术的认可度最高,是甲状腺手术的标准术式,导致患者或医生对该手术的手术时间、肿瘤学安全性及并发症的发生率等仍存在争议。

2.1 机器人甲状腺手术时间

不同入路的术前准备时间不同,不同经验主

刀医生的手术操作时间不同。机器人手术主要包括操作空间的创建、机器人对接、手术操作、机器人退出及缝合，而机器人相关的操作是导致手术时间延长的主要因素。对于经验丰富和训练有素的团队，甲状腺及淋巴结的手术操作不比传统开放手术时间长，甚至可以借助机器人的优势来弥补机器人相关操作浪费的时间，从而缩短总手术时间。Vanermen等^[24]对包括14 433例患者的68项研究的系统综述指出，TAA入路总手术时间在89~271 min ($n=2\ 301$)；BABA入路总手术时间在105.3~290.6 min ($n=2\ 176$)；RA入路的总手术时间在151~220 min ($n=228$)；TORT入路总手术时间在166.3~299.64 min ($n=1\ 138$)，手术时间因开展经验不同而不同，开展越早，数量越多的入路，手术时间越短。TAA入路是最早应用的入路，临床研究较多，随着经验的积累，手术时间短于其他入路；TORT入路机器人开展较晚，手术时间最长。国内BABA入路机器人甲状腺手术开展较早，数量最多。通过对260例BABA入路机器人甲状腺手术的研究^[2]发现，甲状腺切除及颈侧区淋巴结清扫的总手术时间为(201 ± 63) min。本研究团队^[10]另一项关于BABA入路机器人甲状腺手术的研究指出，460例甲状腺全切+中央区及颈侧区淋巴结清扫的总手术时间为(229.1 ± 68) min。清扫颈侧区后的总手术时间明显短于国外的研究，而国内暂无其他入路的大样本研究，且手术时间长于BABA入路。一项关于机器人与腔镜甲状腺手术的研究^[27]指出，机器人甲状腺腺叶/全切+中央区淋巴结清扫的手术时间要短于腔镜甲状腺手术。另外，机器人手术时间还与患者的选择有关，儿童、肥胖、男性及复杂甲状腺疾病患者的手术时间要长于普通患者。因此，只有经验的积累才能降低时间成本，让时间不再是阻碍机器人开展的影响因素，从而降低医疗成本，推动机器人在不同中心的开展应用。

2.2 机器人甲状腺手术的肿瘤学安全性

甲状腺微创手术不仅要追求更好的美容效果，还要追求更高的肿瘤学安全性，包括手术范围、淋巴结清扫数目及复发情况。由于机器人常用入路的开展时间不同，导致临床应用经验不同。TAA入路开展最早，且淋巴结清扫的技术也得到了更新，能够进行更彻底颈侧区淋巴结清扫。Kim等^[21]报道了500例经TAA入路机器人甲状腺癌颈侧区淋

巴结清扫术的经验，可通过该入路行II~V区淋巴结清扫术，淋巴结清扫总数、中央区淋巴结清扫数及侧区淋巴结清扫数平均分别为(42.99 ± 19.20)枚、(7.25 ± 5.65)枚和(36.02 ± 17.46)枚，有24例复发患者，再次手术后无再复发，治疗效果无异于传统开放手术。BABA入路在国内应用最多，可通过该入路行甲状腺全切、中央区及II~V区淋巴结清扫术，且疤痕小、位置隐蔽。笔者团队^[2]报道了260例经BABA入路行甲状腺癌颈侧区淋巴结清扫的可行性及安全性；李小磊等^[10]报告的1 000例BABA入路机器人颈侧区淋巴结清扫术中，颈部淋巴结转移率为50.8% ($371/730$)，中央区淋巴结、颈侧区淋巴结清扫数平均为(11.2 ± 6.1)枚和(14.0 ± 8.8)枚，仅4例复发，再次手术后无复发患者，保证了根治的彻底性。王猛等^[27]报道的腔镜与机器人在甲状腺微小乳头状癌手术中的对比研究发现，机器人甲状腺手术中央区淋巴结的清扫数目(10.29 ± 6.41)枚，要多于腔镜甲状腺手术(7.72 ± 3.47)枚，肿瘤学安全性更高。TORT入路是唯一可以做到体表无疤的手术入路，但该入路的适应证比较局限，目前，无法通过该入路为II区转移、直径>7 cm及肿瘤侵犯气管的患者进行手术，只能为经过严格筛选的患者进行手术^[28-29]。You等^[30]对比了TORT入路与开放手术的结果，传统开放手术的中央区淋巴结清扫总数要多于TORT入路[(8.62 ± 9.53) 枚 vs. (4.96 ± 4.44) 枚， $P<0.05$]，但淋巴结转移结果相似，无复发患者。笔者团队^[31]通过与BABA入路对比，发现两种入路的单/双侧中央区淋巴结清扫数目的差异无统计学意义。通过该入路还可以为严格选择的患者行择区性颈侧区淋巴结清扫术，且安全可行^[17]。RA入路多见于腔镜甲状腺手术，通过该入路行机器人甲状腺手术的最新研究较少。2022年，梁发雅等^[26]报道了RA联合TAA入路治疗甲状腺癌N1b的初步经验，证明了两种入路联合使用的安全性及可行性，仍不失一种可供选择的手术方式。

2.3 机器人甲状腺手术并发症发生率

喉返神经、喉上神经损伤，甲状旁腺功能减退，胸导管损伤，气管或食管损伤等，是所有甲状腺手术中都可能会遇到的并发症，不同中心，或不同经验的主刀医生，某种并发症的发生率不同，具有高容量甲状腺手术的中心，以上并发症的发生率较低。机器人甲状腺手术入路借鉴于腔

镜手术入路,虽然机器人手术系统缺乏力反馈,但手术操作并未增加气管损伤、食管损伤及动静脉破裂等手术并发症的发生率^[10,16-17,20-21]。不同入路的机器人甲状腺手术,具有不同的并发症,有些甚至是某种入路特有的并发症。而无论哪种入路,机器人与传统开放手术甲状旁腺功能减退发生率的差异无统计学意义。也有研究^[22]表明,借助机器人手术系统的优点,机器人甲状腺手术中喉返神经的损伤率甚至要低于传统开放手术。且某些入路的并发症,发病率并不高,Rossi等^[32]研究中TAA入路特有并发症,暂时性臂丛神经损伤的发生率为0.3%;Kim等^[33]通过对40例单孔RA入路机器人甲状腺手术的研究发现,暂时性耳大神经的发生率为7.5%(3/40);由于技术的改进,Lee等^[34]指出经口入路机器人甲状腺手术中颈神经的损伤率低于腔镜甲状腺手术,且颈神经损伤的概率极低。新技术的临床应用,不可避免会出现一些难以预料的并发症,这可以通过术者经验积累及技术的改进来降低这些并发症的发生率,从而满足不同患者或医生的需求。

3 国产机器人甲状腺手术的临床应用

国内应用最多的手术机器人是直观复兴公司设计的达芬奇机器人手术系统,其技术成熟、精

细安全、疾病覆盖广及临床应用时间长,在国内微创领域占据重要地位。机器人手术系统的商业模式具有很大的经济利益,加之达芬奇机器人手术系统临床使用费用较高,给高质量就医需求的患者带来很大的经济压力;且随着该系统陆续被纳入医保支付范围,也增加了国内医保系统的负担,都促进了国产手术机器人的研发。2021年底以来,至少5款国产腔镜机器人获批上市,并逐步在经验丰富的微创中心开展应用,包括Toumai腔镜手术机器人、精锋多孔腔镜手术机器人、术锐腹腔镜单孔手术机器人、威高妙手S腔镜手术机器人和康多内窥镜手术机器人。目前,笔者团队已成功为63例患者经BABA入路、TORT入路及TAA入路实施Toumai腔镜手术机器人甲状腺及甲状旁腺手术,验证了该手术系统的安全性及可行性(图1-3)。作者单位还完成了精锋多孔腔镜手术机器人猪的甲状腺手术及右半结肠切除的临床研究^[35],并通过了威高妙手S腔镜手术机器人的培训。虽然国产机器人起步晚,技术暂时落后于西方机器人手术系统,但随着国产手术机器人技术的进一步成熟,联合大数据、人工智能及5G通信,国产手术机器人将向着远程化、智能化的方向发展。同时降低机器人手术费用,促进机器人的普及,造福于更多患者。



图1 TAA入路 A: Toumai腔镜手术机器人对接入位; B: 术后第1天

Figure 1 TAA approach A: Docking and port positioning of the Toumai endoscopic surgical robot; B: The first postoperative day



图2 TORT入路 A: Toumai腔镜手术机器人对接入位; B: 术后第3天拔除引流管

Figure 2 TORT approach A: Docking and port positioning of the Toumai endoscopic surgical robot; B: Removal of the drainage tube on the third postoperative day



图3 BABA入路 A: Toumai腔镜手术机器人对接入位; B: 术后1个月

Figure 3 BABA approach A: Docking and port positioning of the Toumai endoscopic surgical robot; B: One month after the surgery

4 机器人甲状腺手术的思考

外科医生理念的革新及各项新技术的应用,是推动甲状腺微创手术发展的原动力。虽然甲状腺微创手术并未明显减少组织创伤,但能保护重要组织结构功能,降低手术并发症发生率。患者术后精神和心理康复具有常规手术难以达到的效果,实现了生理和心理双重微创,达到兼具治疗效果、美容效果及心理健康的目的,是甲状腺手术临床实践的美好愿望。机器人手术系统的成熟,为外科治疗提供了新思路;成功的临床实践,克服了传统开放甚至腔镜手术的缺陷与不足,进一步提高了外科治疗效果,是应用外科新理论和新技术解决现有临床问题、探索患者生理和心理康复的独特方法,对微创外科治疗的观念产生了重要影响。利用机器人手术系统可以开展疑难、复杂的甲状腺手术,能够复制开放手术者的经验,提高治疗效果和美容效果,同时降低并发症,恢复患者自尊、自信及社会参与意识,从而改善或

维持患者原有的生活质量。但机器人手术不应是临床尝试,而是深思熟虑地突破极限,争取为所有外科患者带来意想不到的结果和好处。随着手术辅助技术的完善,微创外科手术有望摒弃“操作杆”,把现在“主-从”方式的操作变成完全自治功能的机器人手术,从而实现完全人工智能进行诊疗的目的。而机器人手术系统也仅是科技创新某一阶段的产物,适合于现在甚至将来很长一段时间内的临床需要,未来,也许会有其他技术应用于外科手术中,实现全身无创、无疤、高效的终极治疗目标。百年甲状腺外科技术进步的特征是思想、技巧和创新。甲状腺外科的核心理念:手术为核心治疗手段。把探索过程中遇到的临床问题提炼为科学问题,用精准微创理念解决临床难题和技术瓶颈,构建和完善甲状腺外科专科理论和技术体系,积极引入最新人工智能成果开展临床实践,建立中国甲状腺外科的临床特色理论和实践研究。精准微创甲状腺外科永远在路上。

5 总 结

机器人手术系统是一种新事物,医生应把握其发展趋势,突破观念壁垒,不但要以主动的态度去接受、以认真的态度去应用、以参与的态度去发展,更要拓宽思维,蜕变为新技术的创新者,从而赢得发展先机,领先世界。开展机器人甲状腺手术,实现甲状腺手术由纯手工操作向智能化甲状腺外科技术跨越,改变了甲状腺外科医生的培养和手术模式。通过为手术医生提供更精确、稳定和精细的手术控制,改善手术过程,从而更好地保护甲状旁腺、喉神经和重要脏器的功能,减少创伤和恢复时间。为医生提供激发创新思维信息,为技术改进提供经验指导及机会,使其进一步适应临床需要,是一项颠覆性创新技术。目前,机器人手术费用一般在3万左右,且医保不予报销,是制约机器人在国内发展的主要瓶颈。国产机器人的使用,将会打破这种局势,像国产“华为”手机一样,实现独立自主,通过进一步积累手术操作经验,缩短手术时间、降低手术成本、提高手术安全性和减少手术并发症,让更多患者享受到医疗健康改革的红利。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:贺青卿负责立意及提纲、修改文稿;王猛负责撰写和校对。

参考文献

- [1] Tae K. Robotic thyroid surgery[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2021, 48(3):331-338. doi: 10.1016/j.anl.2020.06.007.
- [2] He Q, Zhu J, Zhuang D, et al. Robotic lateral cervical lymph node dissection via bilateral axillo-breast approach for papillary thyroid carcinoma: a single-center experience of 260 cases[J]. *J Robot Surg*, 2020, 14(2):317-323. doi: 10.1007/s11701-019-00986-3.
- [3] 贺青卿,周鹏,庄大勇,等.经腋窝与胸前径路 da Vinci Si 机器人甲状腺腺叶切除二例[J]. *国际外科学杂志*, 2014, 41(2):104-107. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-4203.2014.02.011.
He QQ, Zhou P, Zhuang DY, et al. Technical particularities of robotic-assisted thyroidectomy by a axillary approach or anterior chest approach: a report of two cases[J]. *International Journal of Surgery*, 2014, 41(2): 104-107. doi: 10.3760/cma. j. issn. 1673-4203.2014.02.011.
- [4] 王丹,朱见,王军,等.机器人甲状腺手术的发展历史、现状和未来展望[J]. *机器人外科学杂志:中英文*, 2022, 3(4):249-256. doi: 10.12180/j.issn.2096-7721.2022.04.001.
Wang D, Zhu J, Wang J, et al. History, current status and prospects of robotic thyroid surgery[J]. *Chinese Journal of Robotic Surgery*, 2022, 3(4):249-256. doi: 10.12180/j.issn.2096-7721.2022.04.001.
- [5] 李小磊,庄大勇,李陈钰,等.经双侧腋窝乳晕入路机器人辅助儿童甲状腺癌根治术 1 例[J]. *中华小儿外科杂志*, 2023, 44(5):447-449. doi: 10.3760/cma.j.cn421158-20220128-00059.
Li XL, Zhuang DY, Li CY, et al. Robotic thyroidectomy via a bilateral axillo-breast approach for pediatric thyroid cancer: one case report[J]. *Chinese Journal of Pediatric Surgery*, 2023, 44(5): 447-449. doi: 10.3760/cma.j.cn421158-20220128-00059.
- [6] 庄大勇,贺青卿,李小磊,等.达芬奇机器人在儿童及青少年甲状腺癌中的应用[J]. *山东大学学报:医学版*, 2021, 59(1):45-48. doi: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2020.1240.
Zhuang DY, He QQ, Li XL, et al. Application of da Vinci robotic thyroidectomy for thyroid cancer in children and adolescents[J]. *Journal of Shandong University: Health Science*, 2021, 59(1):45-48. doi: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2020.1240.
- [7] 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. Application of bilateral areola axillary robot in thyroid cancer surgery for obese women[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2023, 37(4):288-292. doi: 10.13201/j.issn.2096-7993.2023.04.010.
- [8] 王猛,郑鲁明,周鹏,等.达芬奇机器人手术系统在男性甲状腺手术中的临床应用[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2021, 15(1):15-20. doi: 10.3760/cma.j.cn.115807-20200319-00087.
Wang M, Zheng LM, Zhou P, et al. Clinical application of Da Vinci robot in male thyroid surgery[J]. *Chinese Journal of Endocrine Surgery*, 2021, 15(1): 15-20. doi: 10.3760/cma. j. cn. 115807-20200319-00087.
- [9] 王丹,朱见,王军,等.机器人外科手术系统在甲状腺癌再次手术中的临床应用[J]. *国际外科学杂志*, 2023, 50(5):344-348. doi: 10.3760/cma.j.cn115396-20221126-00406.
Wang D, Zhu J, Wang J, et al. Clinical application of robotic surgical system in re-operation of thyroid cancer[J]. *International Journal of Surgery*, 2023, 50(5): 344-348. doi: 10.3760/cma. j. cn115396-20221126-00406.
- [10] 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.
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.
- [11] 贺青卿, 李小磊, 朱见. 双侧腋窝乳晕入路机器人甲状腺癌切除的经验与技巧[J]. 外科理论与实践, 2019, 24(6): 489-494. doi: 10.16139/j.1007-9610.2019.06.004.
- He QQ, Li XL, Zhu J. Experience and skills of robotic thyroid cancer resection via bilateral axillary areola approach[J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2019, 24(6): 489-494. doi: 10.16139/j.1007-9610.2019.06.004.
- [12] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会. 机器人手术系统辅助甲状腺和甲状旁腺手术专家共识[J]. 中国实用外科杂志, 2016, 36(11): 1165-1170. doi: 10.7504/CJPS.ISSN1005-2208.2016.11.08.
- Chinese Thyroid Association, Specialized Committee of Thyroid Disease of Chinese Research Hospital Association. Expert consensus on robot-assisted thyroid and parathyroid surgery[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2016, 36(11): 1165-1170. doi: 10.7504/CJPS.ISSN1005-2208.2016.11.08.
- [13] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会, 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临床实用技术分会, 等. 机器人甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床操作专家共识(2019版)[J]. 中国实用外科杂志, 2019, 39(12): 1248-1253. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2019.12.02.
- Chinese Thyroid Association, Chinese Collage of Surgeons, Chinese Medical Doctor Association Chinese Research Hospital Association Thyroid Disease Committee Clinical Practical Technology Committee of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care. Expert consensus on clinical operation of neuroelectrophysiological monitoring in robot thyroid and parathyroid surgery (2019 edition) [J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2019, 39(12): 1248-1253. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2019.12.02.
- [14] Lee HY, You JY, Woo SU, et al. Transoral periosteal thyroidectomy: cadaver to human[J]. Surg Endosc, 2015, 29(4): 898-904. doi: 10.1007/s00464-014-3749-6.
- [15] 张彬, 韩宗辉, Rai Bikash. 经口腔达芬奇机器人甲状腺手术初步经验[J]. 中华腔镜外科杂志: 电子版, 2018, 11(4): 234-237. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2018.04.011.
- Zhang B, Han ZH, Rai B. Transoral robotic thyroidectomy: a preliminary report of 5 cases in China[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2018, 11(4): 234-237. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2018.04.011.
- [16] 李小磊, 贺青卿, 李陈钰, 等. 经口腔前庭入路机器人甲状腺手术 30 例临床分析[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(12): 994-998. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20210104-00005.
- Li XL, He QQ, Li CY, et al. Preliminary application of transoral robotic thyroidectomy: experience from an initial 30 cases[J]. Chinese Journal of Surgery, 2021, 59(12): 994-998. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20210104-00005.
- [17] 王猛, 郑鲁明, 李小磊, 等. 经口腔前庭机器人甲状腺癌择区性颈淋巴结清扫的初步探讨[J]. 中华腔镜外科杂志: 电子版, 2022, 15(6): 347-351. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.06.006.
- Wang M, Zheng LM, Li XL, et al. Preliminary study on selective cervical lymph node dissection of thyroid cancer by oral vestibular robot[J]. Chinese Journal of Laparoscopic Surgery: Electronic Edition, 2022, 15(6): 347-351. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.06.006.
- [18] Zhang D, Park D, Sun H, et al. Indications, benefits and risks of transoral thyroidectomy[J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 2019, 33(4): 101280. doi: 10.1016/j.beem.2019.05.004.
- [19] Lee MJ, Oh MY, Lee JM, et al. Comparative surgical outcomes of transoral endoscopic and robotic thyroidectomy for thyroid carcinoma: a propensity score-matched analysis[J]. Surg Endosc, 2023, 37(2): 1132-1139. doi: 10.1007/s00464-022-09636-6.
- [20] Oh MY, Chai YJ, Yu HW, et al. Transoral endoscopic thyroidectomy vestibular approach vs. transoral robotic thyroidectomy: systematic review and meta-analysis[J]. Updat Surg, 2023, 75(7): 1773-1781. doi: 10.1007/s13304-023-01623-3.
- [21] Kim JK, Lee CR, Kang SW, et al. Robotic transaxillary lateral neck dissection for thyroid cancer: learning experience from 500 cases[J]. Surg Endosc, 2022, 36(4): 2436-2444. doi: 10.1007/s00464-021-08526-7.
- [22] Kim JK, Choi SH, Choi SM, et al. Single-port transaxillary robotic thyroidectomy (START): 200-cases with two-step retraction method[J]. Surg Endosc, 2022, 36(4): 2688-2696. doi: 10.1007/s00464-021-08837-9.
- [23] 李昆临, 王程, 迟昊, 等. 机器人甲状腺手术中相关神经损伤的研究进展[J]. 腹腔镜外科杂志, 2023, 28(3): 222-225. doi: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2023.03.222.
- Li KL, Wang C, Chi H, et al. Research progress of related nerve injury in robotic thyroid surgery[J]. Journal of Laparoscopic Surgery, 2023, 28(3): 222-225. doi: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2023.03.222.
- [24] Vanermen M, Vander Poorten V, Meulemans J. Remote-access robotic thyroidectomy: a systematic review[J]. Int J Med Robot, 2023, 19(4): e2511. doi: 10.1002/rcs.2511.
- [25] 张彬, 于灏, 韩宗辉, 等. 经耳后达芬奇机器人甲状腺手术的初步经验[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 55(3): 254-257. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2020.03.012.
- Zhang B, Yu H, Han ZH, et al. Retroauricular robotic

- thyroidectomy: a preliminary report of 5 cases[J]. Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 2020, 55(3):254-257. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2020.03.012.
- [26] 梁发雅,韩萍,林沛亮,等. 腋下联合耳后入路达芬奇机器人颈清扫术治疗N1b PTC的初步经验[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 57(9):1072-1078. doi: 10.3760/cma.j.cn115330-20211231-00837.
- Liang FY, Han P, Lin PL, et al. Preliminary experience of robotic lateral neck dissection via combined axillary-retroauricular approach for N1b papillary thyroid carcinoma[J]. Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 2022, 57(9):1072-1078. doi: 10.3760/cma.j.cn115330-20211231-00837.
- [27] 王猛,郑鲁明,周鹏,等. 腔镜与机器人甲状腺手术治疗甲状腺微小乳头状癌的对比较研究[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(12):1117-1122. doi: 10.3969/j.issn.1674-0904.2021.12.005.
- Wang M, Zheng LM, Zhou P, et al. A comparative study of endoscopic and robotic thyroidectomies for Pa-pillary thyroid microcarcinoma[J]. Journal of Cancer Control and Treatment, 2021, 34(12): 1117-1122. doi: 10.3969/j. issn. 1674-0904.2021.12.005.
- [28] Zheng D, Yang Q, Wu J, et al. Global trends in research of endoscopic thyroidectomy from 2013 to 2022: a scientometric and visualization analysis[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1199563. doi: 10.3389/fendo.2023.1199563.
- [29] Li P, Qin H, Jin R, et al. The global status and hotspots of research in the field of trans-oral endoscopic thyroidectomy (TOET) from 2008 to 2022[J]. Front Surg, 2023, 10: 1120442. doi: 10.3389/fsurg.2023.1120442.
- [30] You JY, Kim HY, Park DW, et al. Transoral robotic thyroidectomy versus conventional open thyroidectomy: comparative analysis of surgical outcomes using propensity score matching[J]. Surg Endosc, 2021, 35(1):124-129. doi: 10.1007/s00464-020-07369-y.
- [31] He Q, Zhu J, Li X, et al. A comparative study of two robotic thyroidectomy procedures: transoral vestibular versus bilateral axillary-breast approach[J]. BMC Surg, 2022, 22(1): 173. doi: 10.1186/s12893-022-01609-9.
- [32] Rossi L, De Palma A, Fregoli L, et al. Robotic transaxillary thyroidectomy: time to expand indications?[J]. J Robot Surg, 2023, 17(4):1777-1785. doi: 10.1007/s11701-023-01594-y.
- [33] Kim TK, Seo M, Park SH, et al. Feasibility of robotic thyroidectomy via hairline incision using da Vinci single port system: initial experience with 40 consecutive cases[J]. Head Neck, 2022, 44(10):2197-2205. doi: 10.1002/hed.27134.
- [34] Lee JH, Choi HJ, Woo JW, et al. Robotic versus endoscopic transoral thyroidectomy in papillary thyroid cancer: a comparative analysis of surgical outcomes in 240 consecutive patients[J]. Head Neck, 2023, 45(4):827-837. doi: 10.1002/hed.27295.
- [35] 王刚,王猛,贺青卿,等. 国产MP1000机器人手术系统颌下入路猪甲状腺切除术探索[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2023. doi: 10.7507/1007-9424.202307018. [网络首发]
- Wang G, Wang M, He QQ, et al. Exploration of porcine thyroidectomy via submaxillary approach using MP1000 robotic surgical system in porcine animal model[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics in General Surgery, 2023. doi: 10.7507/1007-9424.202307018. [Online ahead of print]

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: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

Cite this article as: He QQ, Wang M. The development and current situation of robot-assisted endoscopic thyroid surgery in China[J]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(11):1639-1647. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.002