



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.007  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.007  
China Journal of General Surgery, 2023, 32(11):1687-1696.

· 甲状腺外科专题研究 ·

## 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

李昆临, 白柯成, 杨明宇, 迟昊, 王宏博, 蓝东媛, 隋成秋, 张大奇

(吉林大学中日联谊医院 甲状腺外科/吉林省外科转化医学重点实验室/吉林省甲状腺疾病防治工程实验室, 吉林 长春 130033)

### 摘要

**背景与目的:** 机器人系统在甲状腺外科的应用已逐渐扩展, 但目前国内外针对第四代达芬奇机器人经双侧腋窝乳晕入路(BABA)的甲状腺手术大样本报道尚不多见。因此, 笔者对所在中心所完成的第四代达芬奇机器人BABA甲状腺手术病例的治疗结果与经验进行总结, 以期为临床提供参考信息。

**方法:** 回顾性收集吉林大学中日联谊医院甲状腺外科2020年4月—2023年8月开展第四代达芬奇机器人辅助下行BABA甲状腺手术649例的临床资料, 总结分析相关临床指标。

**结果:** 649例患者中, 男性79例, 女性570例; 年龄13~64岁, 平均(35.1±9.2)岁; 单侧恶性464例、双侧恶性107例、单侧良性64例、双侧良性14例。所有患者手术均顺利完成, 无中转开放手术, 中位手术时间130(110~150)min。571例恶性病变患者中央区淋巴结(CLN)清扫总数2628枚, 平均(4.60±3.59)枚; CLN阳性总数489枚(18.6%), 平均(0.86±1.65)枚。术后第3天无痛及轻、中、重度疼痛比例分别为52.2%、30.5%、17.3%、0。术后中位住院时间3(3~3)d, 中位住院费用为5.05(4.81~5.67)万元。术中出现喉返神经(RLN)肌电信号降低71例。术后出现暂时性RLN损伤17例; 暂时性饮水呛咳4例, 暂时性音调降低10例; 暂时性低钙血症145例。术后中位随访期6个月, 整体满意度94.6%, 无永久性并发症。学习曲线分析显示, 曲线于第26例时出现明显降低, 随后趋于稳定, 不同术式间学习曲线相似。

**结论:** 第四代达芬奇机器人BABA甲状腺手术安全有效, 且微创美容效果较好。应用过程中需遵循相应的学习曲线, 对机器人手术操作系统的熟练掌握程度是制约手术进程的关键。

### 关键词

甲状腺肿瘤; 甲状腺切除术; 机器人手术

中图分类号: R736.1

## Efficacy of bilateral axillo-breast approach thyroidectomy using the 4th-generation Da Vinci surgical robot: a single-center analysis of 649 cases

LI Kunlin, BAI Kecheng, YANG Mingyu, CHI Hao, WANG Hongbo, LAN Dongyuan, SUI Chengqiu, ZHANG Daqi

(Department of Thyroid Surgery, China-Japan Union Hospital of Jilin University/Jilin Provincial Key Laboratory of Surgical

**基金项目:** 国家科技部外专局基金资助项目(DL2023129007L); 吉林省财政厅卫生科研人才专项基金资助项目(2022SCZ22)。

**收稿日期:** 2023-10-07; **修订日期:** 2023-11-04。

**作者简介:** 李昆临, 吉林大学中日联谊医院硕士研究生, 主要从事甲状腺疾病基础与临床方面的研究(白柯成为共同第一作者)。

**通信作者:** 张大奇, Email: zhangdq@jlu.edu.cn

Translational Medicine/Jilin Provincial Engineering Laboratory of Thyroid Disease Prevention and Control, Changchun 130033, China)

## Abstract

**Background and Aims:** The application of robotic systems in thyroid surgery has gradually expanded, but there is limited large-sample reports on bilateral axillo-breast approach (BABA) thyroidectomy using the 4th-generation da Vinci surgical robot both locally and abroad. Therefore, this study was performed to summarize the treatment outcomes and experiences of BABA thyroidectomy cases completed at the authors' center using the 4th-generation da Vinci surgical robot, so as to provide reference information for clinical practice.

**Methods:** The clinical data of 649 patients undergoing the 4th-generation da Vinci robot-assisted BABA thyroidectomy at the Department of Thyroid Surgery of China-Japan Union Hospital of Jilin University from April 2020 to August 2023 were retrospectively collected. Relevant clinical variables were summarized and analyzed.

**Results:** Of the 649 patients, 79 were males and 570 were females, with an age range of 13 to 64 years and an average age of (35.1±9.2) years. There were 464 cases of unilateral malignancy, 107 cases of bilateral malignancy, 64 cases of unilateral benign tumors, and 14 cases of bilateral benign tumors. All surgeries were successfully completed without conversion to open surgery, with a median operative time of 130 (110–150) min. In 571 cases of malignant lesions, the total number of central lymph nodes (CLNs) dissected was 2 628, with an average of number of 4.60±3.59; the total number of positive CLNs was 489 (18.6%), with an average of number of 0.86±1.65. On the third postoperative day, the proportions of painless and mild, moderate, and severe pain were 52.2%, 30.5%, 17.3%, and 0, respectively. The median postoperative hospital stay was 3 (3–3) d, and the median hospitalization cost was 50 500 (48 100–56 700) yuan. During operation, EMG signal degradation of the recurrent laryngeal nerve (RLN) occurred in 71 cases. After operation, temporary RLN injury occurred in 17 cases; temporary coughing during drinking occurred in 4 cases, and temporary reduction of vocal range occurred in 10 cases; temporary hypocalcemia occurred in 145 cases. During a median follow-up of 6 months, the overall satisfaction rate was 94.6%, with no permanent complications. Learning curve analysis showed a significant decrease in the curve at the 26th case, followed by stabilization, and similar learning curves were observed between different surgical procedures.

**Conclusion:** The 4th-generation da Vinci robot-assisted BABA thyroidectomy is safe, effective, and offers good minimally invasive cosmetic results. Adherence to a learning curve is necessary during the application process, and the mastery of the robotic surgical operating system is a key factor influencing the surgical process.

## Key words

Thyroid Neoplasms; Thyroidectomy; Robotic Surgical Procedures

**CLC number:** R736.1

颈前入路的开放甲状腺手术是治疗甲状腺疾病的经典方式，但术后患者颈部常会留下永久性瘢痕。随着外科学微创理念不断深入，腔镜甲状腺手术应运而生，通过腔镜的放大作用，可以将手术切口隐藏在身体的隐蔽部位，如乳晕、口腔前庭或腋窝等，其中胸前乳晕入路因术中视野与传统开放手术相同，且操作相对简单而被广泛应

用<sup>[1]</sup>。腔镜甲状腺手术虽具备良好的美容效果，但存在二维镜像视野、器械单一缺乏灵活性及需要助手扶镜配合等缺陷，尤其对于胸前入路淋巴结清扫的彻底性，一直存在争议<sup>[2-3]</sup>。

2007年达芬奇机器人手术系统引入甲状腺手术，利用其放大固定的三维（3D）立体视野，以及灵活多样的器械操作，为患者的个体化微创治

疗提供了新的选择<sup>[4]</sup>。达芬奇机器人手术系统历经发展,目前已发展至第四代Xi系统及SP单孔手术机器人。国内外针对第四代达芬奇机器人经双侧腋窝乳晕入路(bilateral axillo-breast approach, BABA)的甲状腺手术大样本的应用效果尚不明确<sup>[5]</sup>。因此,本研究对笔者中心完成的第四代达芬奇机器人BABA甲状腺手术病例的治疗结果及经验进行总结,为该入路机器人甲状腺手术的可行性、安全性及进一步开展提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2020年4月—2023年8月于吉林大学中日联谊医院甲状腺外科完成的649例BABA机器人甲状腺手术患者的临床资料。纳入标准:(1)患者一般状态良好,可耐受手术,有微创美容需求;(2)术前超声示良性结节直径 $\leq 5$  cm,囊性结节直径 $\leq 6$  cm;(3)低危险分层的甲状腺乳头状癌(papillary thyroid carcinoma, PTC),术前超声提示病灶未侵犯周围器官,中央区淋巴结(central lymph nodes, CLN)无融合固定,无侧颈部淋巴结转移或全身远处转移;(4)术前喉镜提示声带运动功能正常。排除标准:(1)胸骨后巨大甲状腺肿;(2)患者曾有颈部手术史或放射治疗史;(3)合并

Graves病或严重甲状腺炎;(4)术前诊断为非PTC的甲状腺恶性肿瘤<sup>[6]</sup>。所有患者术前均行常规功能学、影像学及喉镜检查,怀疑甲状腺肿物恶性变患者术前均行细针穿刺细胞学检查。本研究已经吉林大学中日联谊医院伦理委员会批准(批号:2019002),所有患者术前均签署知情同意书。

### 1.2 手术操作及切除范围

采用达芬奇第四代Xi手术机器人系统,所有患者行常规术前准备,使用神经监测气管插管行全身麻醉,仰卧位分别于双侧腋窝和双侧乳晕各取1 cm切口,于预分离4条隧道内注入膨胀液,用钝性分离棒分离皮下组织至颈部并置入4个加长Trocar。Trocar与机械臂连接后,从1号臂至4号臂分别置入Maryland分离钳、镜头、单极电剪及Cardiere抓钳。分离皮瓣向上至甲状软骨水平,向外至胸锁乳突肌内侧缘。剖开颈白线显露甲状腺,切除病变组织放入标本袋内取出体外。手术中使用持续的低流量(5~6 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)CO<sub>2</sub>维持手术操作空间,术中根据情况用超声刀替换单极电剪,必要时不同机械臂内的器械进行互换(图1)。术前诊断为良性病变患者行单侧或双侧腺体(部分)切除术,恶性病变患者行单侧腺叶及峡部切除+CLN清扫或双侧腺体切除+CLN清扫。

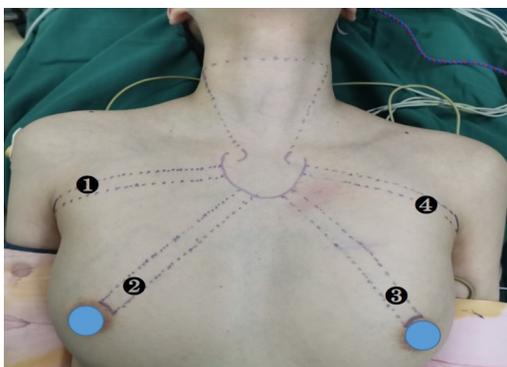


图1 第四代达芬奇机器人BABA甲状腺手术术中场景

Figure 1 Intraoperative scenes from the 4th-generation da Vinci robot-assisted BABA thyroidectomy

### 1.3 神经监测

所有患者均采用“经皮穿刺法”置入神经监测探针完成术中神经监测(intraoperative nerve monitoring, IONM)。振幅较初始值R1下降50%以上定义为肌电信号降低。所有患者术前均行纤维喉镜检查,术后随访根据声带运动情况记录为暂时性声带麻痹或声带运动正常,6个月内恢复的为

暂时性喉返神经(recurrent laryngeal nerve, RLN)损伤,6个月不恢复的为永久性RLN损伤。

### 1.4 甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)及血钙测定

所有患者均于术前行PTH及血钙的检测,PTH参考范围为15~65 ng/mL, <15 ng/mL为甲状旁腺功能减退(hypoparathyroidism, HPT)。血钙的参考范

围为2.10~2.60 mmol/L, <2.10 mmol/L为低钙血症。所有患者术后第1天常规测定血钙, 术后6个月内恢复的为暂时性低钙血症, 6个月不恢复的为永久性低钙血症。

### 1.5 随访

所有患者术后均进行常规随访, 随访时间为术后1、3、6个月及1年, 随访内容分为主观和客观两个方面。主观方面指标包括患者的主观恢复情况, 颈部的不适感, 切口恢复情况以及手术的满意度。客观方面指标包括颈部彩超、甲状腺功能及血钙情况。利用疼痛数字评分法(numerical rating scale, NRS)于术后第3天对患者切口疼痛程度进行评分, 0分为没有疼痛, 1~3分为轻度疼痛, 4~6分为中度疼痛, 7~10分为重度疼痛。采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)于术后1个月复查时由患者对切口美观程度进行评分, 在长度100 mm的直线刻度条上进行标记, 0~44 mm为不满意, 45~74 mm为一般, 75~100 mm为很满意。使用温哥华瘢痕评估量表(vancouver scar scale, VSS)于术后1个月复查时对患者切口瘢痕进行评分, 分别评价其色泽、厚度、血管分布及柔软度, 最高分为15, 最低分为0, 分数越高说明瘢痕越重。

### 1.6 统计学处理

采用SPSS 26.0版本进行数据分析。计量资料符合正态分布的以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 不符合正态分布的以中位数(四分位数间距)[ $M(IQR)$ ]表示; 计数资料以例数(百分比)[ $n(\%)$ ]表示。

## 2 结果

### 2.1 患者一般资料与手术基本情况

649例中男性79例, 女性570例; 年龄13~64岁, 平均(35.1 $\pm$ 9.2)岁; 中位体质指数(BMI)为22.49(20.32~25.41) kg/m<sup>2</sup>。649例患者均顺利完成手术, 无中转开放手术; 中位手术时间130(110~150) min。其中, 单侧恶性464例、双侧恶性107例、单侧良性64例、双侧良性14例。571例恶性病变患者CLN清扫总数2 628枚, 平均(4.60 $\pm$ 3.59)枚; CLN阳性总数489枚, 平均(0.86 $\pm$ 1.65)枚。术后第1、2天中位引流量分别为65(48~80) mL、40(26~50) mL。术后中位住院时间3(3~3) d, 中

位住院费用为5.05(4.81~5.67)万元。

### 2.2 神经与甲状旁腺保护及相关并发症情况

**2.2.1 RLN识别与损伤情况** 649例患者中共识别定位RLN 770条(单、双侧恶性及单、双侧良性患者中分别为464、214、64、28条)。术中出现肌电信号下降超过初始值50%的有71条(单、双侧恶性及单、双侧良性患者中, 由牵拉伤导致的分别为43、13、7、2例; 由肿瘤粘连导致的分别为1、1、0、0例; 由热损伤导致的分别为2、2、0、0例), 手术结束后肌电信号恢复至初始值50%以上的有54条。术后出现暂时性RLN损伤(暂时性声音嘶哑)共17例(单、双侧恶性及单、双侧良性患者中分别为13、3、1、0例); 全组无永久性RLN损伤发生。

**2.2.2 喉上神经(superior laryngeal nerve, SLN)识别与损伤情况** 649例患者术中共计定位到SLN 770条(单、双侧恶性及单、双侧良性组分别为464、214、64、28条)。所有定位到的SLN均观察到环甲肌收缩, 其中618条(80.3%)测得肌电信号, 肌电信号值(216.6 $\pm$ 91.0)  $\mu$ V, 范围在110~600  $\mu$ V区间。术后4例患者有暂时性饮水呛咳(单、双侧恶性及单、双侧良性组患者中分别为3、1、0、0例), 10例患者出现音调降低(单、双侧恶性及单、双侧良性组患者中分别为8、2、0、0例); 全组无永久性SLN损伤发生。

**2.2.3 甲状旁腺识别与损伤情况** 649例患者术中成功识别甲状旁腺共1 473枚(单、双侧恶性及单、双侧良性患者中分别为886、411、123、53枚, 其中术中予以原位保留的甲状旁腺分别为856、398、121、53枚; 甲状旁腺自体移植分别为30、13、2、0枚)。术后出现暂时性低血钙血症145例(单、双侧恶性及单、双侧良性患者中分别为100、33、8、4例), 全组无永久性低血钙血症发生。

**2.2.4 淋巴瘘情况** 恶性病变患者CLN清扫后出现淋巴瘘2例(单、双侧恶性患者中各1例), 均在1个月内痊愈。

### 2.3 术后及随访情况

术后第3天无痛比例为52.2%, 轻度疼痛比例为30.5%, 中度疼痛比例为17.3%, 重度疼痛比例为0; 649例患者术后均获随访, 随访时间1~42个月, 中位随访期为13个月。术后1个月整体满意度94.6%, 美观VAS评分为88.1 $\pm$ 7.78, 瘢痕VSS评分为3.21 $\pm$ 1.05(表1)。

### 2.4 学习曲线情况

采用移动平均法对649例患者以及不同术式分组患者的手术时间分别绘制学习曲线,其中双侧良性组由于患者数量较少无法绘制学习曲线。全组患者随着手术例数的增加,手术时间呈下降趋势,学习曲线于第26例时出现显著降低,随后趋于稳定(图2A)。以26例为拐点将学习曲线分为学习阶段与成熟阶段。前26例手术包括单侧恶性手术18例(69%),双侧恶性手术1例(4%),单侧良性手术7例(27%),以上3种术式的学习曲线分别在17、3、6例时达到各自拐点(图2B-D)。

表1 术后及随访指标

Table 1 Postoperative and follow-up variables

项目	数值
手术切口满意度[n(%)]	
很满意	614(94.6)
一般	35(5.4)
不满意	0(0.0)
疼痛[n(%)]	
无痛	339(52.2)
轻度疼痛	198(30.5)
中度疼痛	112(17.3)
重度疼痛	0(0.0)
美观VAS评分( $\bar{x} \pm s$ )	88.1±7.78
瘢痕VSS评分( $\bar{x} \pm s$ )	3.21±1.05

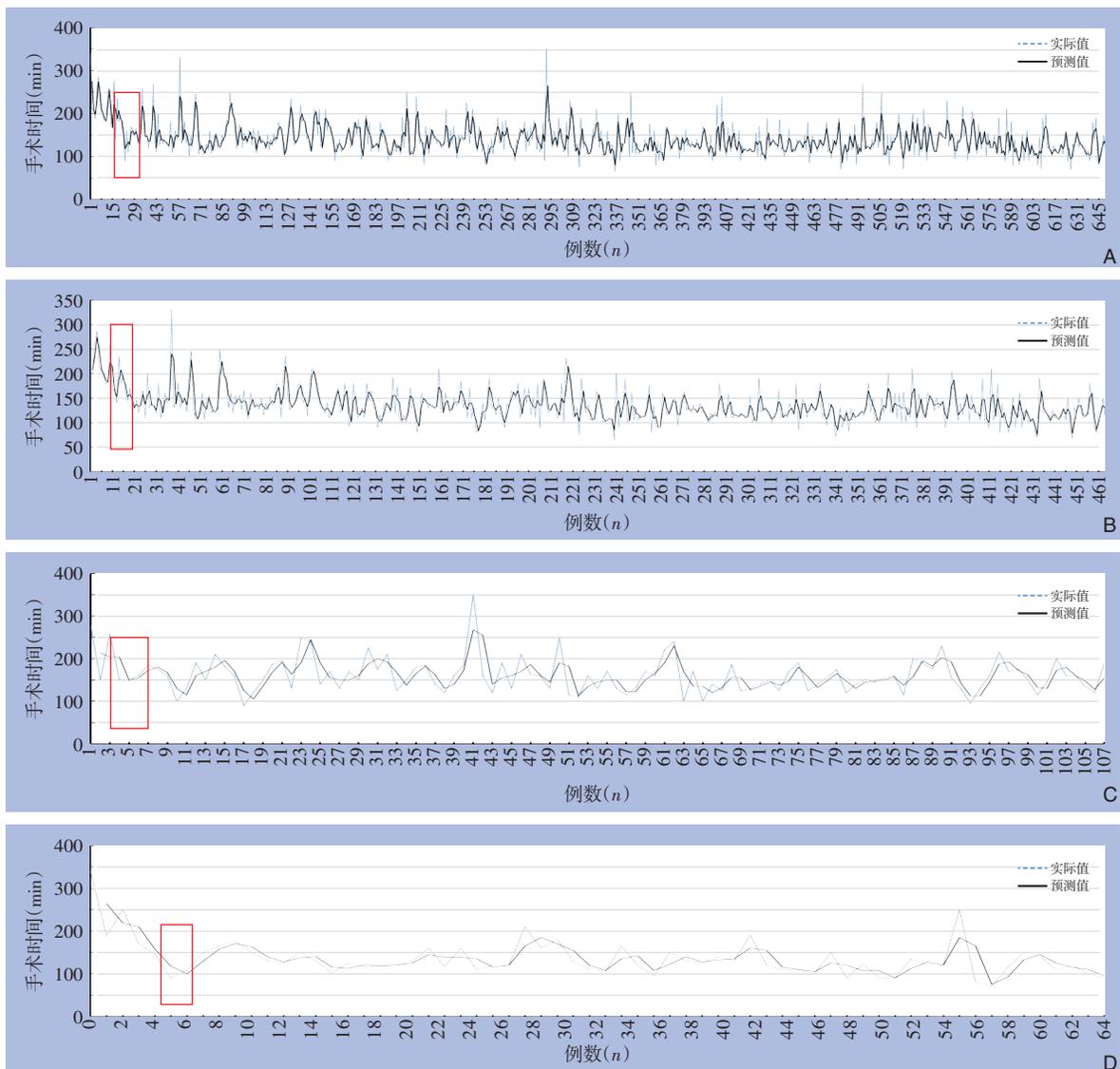


图2 学习曲线分析 A: 649例患者手术学习曲线; B: 单侧恶性患者手术学习曲线; C: 双侧恶性患者手术学习曲线; D: 单侧良性患者手术学习曲线

Figure 2 Learning curve analysis A: Learning curve of surgeries for the 649 patients; B: Learning curve of surgeries for unilateral malignant patients; C: Learning curve of surgeries for bilateral malignant patients; D: Learning curve of surgeries for unilateral benign patients

### 3 讨论

第四代达芬奇机器人手术系统在精确性、灵活性、微创性方面相较于前几代更加完善，理论上应当使手术更加安全便捷<sup>[7]</sup>。现有的研究<sup>[8-9]</sup>显示，机器人甲状腺手术存在一定的学习曲线，而达到这一曲线平台期所需的患者数量可能受多方面因素影响，包括术者对手术系统的熟练程度、手术术式及患者的BMI等。

Sun等<sup>[10]</sup>发现，对于经验丰富的外科医生行BABA机器人甲状腺手术，通常需要30~35例患者达到平台期。Fassari等<sup>[9]</sup>报道了腔镜下BABA甲状腺手术的学习曲线在30例后达到稳定。而利用移动平均法对本中心所纳入患者的手术时间绘制学习曲线，结果显示BABA甲状腺手术经过26例患者即达到平台期。一般认为，机器人手术系统相对复杂，对术者的操作能力提出了更高的要求，需要较多练习才能熟练掌握。然而以上结果指出，机器人甲状腺手术的学习时间相较腔镜手术并无明显差异。首先，两者同属外科微创技术，在手术理念及操作方面多有可借鉴之处；其次，机器人甲状腺手术通常是在术者已经掌握腔镜手术的解剖学及技术技能的情况下开展的，节省了许多学习时间；另外，机器人手术系统相比腔镜手术更具优势，包括高清3D视觉、能以7个自由度运动的机械臂、可滤除术者手部震颤的精确操作系统等。

根据手术术式的不同进行再分析，理论上双侧恶性组由于切除范围更广，难度更大，到达平台期需要的患者数量更多，但本中心结果显示双侧恶性组在第3例时即到达平台期，这表明BABA机器人甲状腺手术到达学习曲线的平台期与术者对机器人手术系统的熟悉程度有较大关系，与手术术式无明显相关。在BMI方面，BMI>25 kg/m<sup>2</sup>的在前26例患者中有7例，后623例患者中有181例。说明当患者总体到达学习曲线平台期后，BMI的大小对学习曲线的影响并不大。上述表明，术者对机器人手术系统的熟悉程度是学习曲线到达平台期的决定性因素，已掌握腔镜手术的初学者可以较快地熟悉并开展机器人甲状腺手术。

RLN损伤是甲状腺手术的主要并发症之一。RLN损伤后患者可出现声音嘶哑，呼吸困难甚至窒息，因此术中对RLN的精确识别与保护是甲状腺手术的重点及难点<sup>[11]</sup>。有文献<sup>[12]</sup>报道BABA甲状腺手术暂时性RLN损伤比率在0~20%，永久性RLN

损伤比率在0~0.92%。本中心所有BABA机器人甲状腺手术患者均采用IONM技术，术中通过“经皮穿刺法”<sup>[13]</sup>置入神经监测探针对RLN进行监测，术后共出现暂时性RLN损伤所致声音嘶哑17例（2.6%），无永久性RLN损伤，低于其他相关报道<sup>[12]</sup>。

牵拉伤在术后暂时性RLN损伤中占比最高，尤其是在腔镜甲状腺手术中。Oh等<sup>[14]</sup>研究发现，腔镜甲状腺手术与传统开放手术在RLN损伤方面的发生率相似。考虑到腔镜手术建立和维持的操作空间相对狭小，器械操作受限，术中牵拉的力度和频度相对增加，发挥机器人手术系统精细化操作的优势很有必要。笔者的经验是充分利用“经皮穿刺法”中的神经探针，除术中持续定位RLN，还可在必要时对腺体组织行力度适当的牵拉，辅助精细化操作，起到“第5个机械臂”的作用，易于控制且创伤程度小。

受术腔狭小及散热不良的影响，RLN热损伤在腔镜手术中也时有发生<sup>[15]</sup>。尤其在机器人甲状腺手术中，高倍放大的视野也会将能量器械与RLN之间的距离同比例放大，若术者对实际距离判断失误，将导致RLN出现侧向热损伤，因此术者在操作中对RLN热损伤必须有足够的认识。笔者建议，初学者应尽量使用小功率的能量器械，在术中准确判断RLN与能量器械的间距，根据手术进程实时调整工作面，必要时可采用纱条对RLN进行隔离保护，并注意联合应用机器人手术系统及IONM技术进行精细化操作，特别是通过“经皮穿刺法”进行连续性监测，预警危险操作。

由于目前腔镜手术的适应证较为严格，通过术前的全面评估已基本排除复杂危重病例，也在一定程度上排除了高风险RLN患者接受手术的情况，本中心纳入的患者中仅出现2例肿瘤粘连RLN导致的肌电信号下降。对于此种情形，应即刻暂停操作，待肌电信号恢复至初始值50%以上后继续操作，且保持动作温柔，减少反复牵拉，可避免RLN进一步发生严重损伤。以上各项情况均表明，在BABA机器人甲状腺手术中联合应用IONM技术，可以对RLN的功能保护发挥出优势。

SLN分为内外两支，喉上神经外支（external branch of superior laryngeal nerve, EBSLN）是唯一支配环甲肌的神经，损伤后可出现音调改变等；喉上神经内支（internal branch of superior laryngeal nerve, IBSLN）分布于喉腔上皮黏膜，司感觉，损伤后可出现饮水呛咳，因此SLN的功能保护同样

十分重要<sup>[16]</sup>。研究<sup>[17-19]</sup>显示在开放手术中EBSLN的总体识别率在80%左右,损伤率为5%~28%。Kim等<sup>[20]</sup>报道在BABA机器人甲状腺手术中EBSLN的识别率为73%。本中心BABA的患者同样采用IONM技术,通过“经皮穿刺法”对SLN进行定位和识别,共有80.3%的SLN测得肌电信号,与Kim等<sup>[20]</sup>研究数据相比略高。各分组患者除个别出现暂时性饮水呛咳及暂时性音调降低外,均无永久性SLN损伤所致并发症,且低于相关开放手术报道。

分析各类损伤出现的原因,术后出现暂时性音调降低及饮水呛咳的14例患者病变均位于腺体上极,EBSLN分型属于Cernea 2B型<sup>[21]</sup>,即EBSLN与甲状腺上极血管交叉点位于甲状腺上极以下,尽管术中已进行精细化操作,但由于EBSLN与病变关系紧密,加之腔镜下操作空间狭小、牵拉动作频繁、能量器械产热缺少散发途径,使得EBSLN更易发生侧方热损伤及卡压伤等,进而出现术后EBSLN的损伤。为减少此类不良事件的发生,笔者建议,在通过机器人手术系统进行精细化操作分离保护EBSLN的同时,应当积极在术中开展IONM技术,特别是同步应用心电图与环甲肌震颤,以精准识别神经位置和走行,为术中早期降低EBSLN损伤风险提供警示。上述表明,BABA甲状腺手术中利用IONM技术对SLN的保护发挥了重要作用,但相关文献报道数量较少,需要大样本的研究来证实其临床价值并将其推广。

甲状旁腺在体内具有维持血钙平衡和神经肌肉功能等作用,因其与甲状腺关系紧密、位置及数量存在变异等,致使术中对甲状旁腺的保护成为甲状腺手术的重点及难点<sup>[22]</sup>。随着纳米炭(carbon nanoparticles, CN)、吖啶菁绿(indocyanine green, ICG)等显像技术在甲状腺手术中的推广,其也逐步应用于机器人甲状腺手术,对甲状旁腺的识别与保护起到了一定作用<sup>[23-26]</sup>。根据文献<sup>[12]</sup>报道,BABA甲状腺手术患者中术后出现暂时性及永久性HPT的比率分别为3%~45.8%及0%~5.6%。

Ouyang等<sup>[27]</sup>在BABA甲状腺手术中应用ICG来进行甲状旁腺的识别,结果显示ICG组识别甲状旁腺的平均数量及原位保留的甲状旁腺数量均高于非ICG组[(3.74±0.45)枚 vs. (3.15±0.55)枚,  $P<0.001$ ; (3.12±0.64)枚 vs. (2.74±0.57)枚,  $P=0.007$ ],这表明ICG在BABA甲状腺手术中具有较好的应用价值。此外,其还进一步评估了CN在BABA甲状腺手术的应用效果,结果显示甲状旁腺

识别数量、自体移植数量及术后PTH水平均无差异( $P>0.05$ ),因此CN负显影在甲状旁腺功能保护方面的效果还有待进一步验证<sup>[28]</sup>。

本中心患者术中通过机器人手术系统镜头的放大作用对甲状腺腺体被膜进行精细化解剖操作,最大可能识别保护甲状旁腺。此外,对于术前定位与CLN关系紧密的甲状旁腺等,术中笔者采取注射CN或ICG等以更好地识别甲状旁腺。术中有部分患者的甲状旁腺血供欠佳,对其即刻切除并行自体移植以预防术后HPT<sup>[29]</sup>。本中心机器人甲状腺术中甲状旁腺自体移植的做法是利用电剪在胸锁乳突肌先由浅入深做一“囊袋”,在“囊袋”口将甲状旁腺剪碎,并将剪碎的甲状旁腺组织由浅入深均匀地放入“囊袋”内,最后利用双极在胸锁乳突肌筋膜处进行凝闭。本中心患者术前均进行PTH、甲功及血钙检测,于术后第1天进行血钙检测。649例患者术后均无永久性低钙血症,进一步分析得出,暂时性低钙血症发生率在双侧切除组中比率较高,说明在甲状腺双侧切除术中,更应注意对甲状旁腺功能的保护。另外在单侧切除组中低钙血症的例数也较多,说明术后低钙血症除与甲状旁腺功能有关外,还与禁食的时长及营养状态等多因素相关。

淋巴结受累在PTC中极为常见,有报道<sup>[30]</sup>称,高达90%的病例中均可观察到淋巴结微小转移。为确保恶性肿瘤根治的彻底性,淋巴结清扫总数与阳性淋巴结个数是其重要的评价指标。Wang等<sup>[31]</sup>在研究中报道,腔镜手术与传统开放手术在平均淋巴结清扫量及淋巴结阳性个数方面无明显差异。本研究纳入的甲状腺恶性肿瘤患者淋巴结阳性比率为18.6%,术后对所有患者随访1~42个月,暂未发现肿瘤复发,与He等<sup>[32]</sup>报告的机器人甲状腺手术淋巴结清扫情况相似。而Kim等<sup>[33]</sup>通过调查研究表明,机器人手术相较开放手术淋巴结清扫更加彻底。术后并发症方面,Pino等<sup>[34]</sup>进行的一项综合回顾研究指出颈淋巴结清扫的并发症包括副神经、膈神经、舌下神经损伤、颈丛干损伤、唾液腺损伤、淋巴系统损伤等,特别是胸导管损伤,多数较为罕见,其中术后因淋巴系统或胸导管损伤导致的淋巴渗漏发生率约为1%~8%。而本中心所有纳入分析的患者术后仅出现2例淋巴瘘,并发症发生率极低。

通常认为,腔镜手术受视野及器械限制,术中清扫淋巴结相对困难。但上述各项结果可以表

明, 机器人甲状腺手术克服了传统腔镜手术的不足, 在淋巴结清扫的彻底性与安全性方面具备优势, 这是由于达芬奇机器人手术系统提供了清晰度的术野, 拥有4个机械臂, 且具有7个方向自由度, 极大程度增加了操作灵活性和精细程度, 可做到更加安全完整的淋巴结清扫, 确保了对恶性肿瘤的根治以及对患者的保护。

机器人甲状腺手术避免了颈部切口, 在美容效果及术后疼痛方面具有一定优势。本研究中, 患者的总体满意度为94.6%, 满意程度比率较高, 与Saavedra-Pérez等<sup>[35]</sup>研究结果一致, 这是由于BABA机器人甲状腺手术切口位于双侧乳晕和腋窝自然褶皱, 避免了颈部瘢痕, 患者获得了更好的美容效果。本研究中患者术后未出现重度疼痛, 这与国内外报道<sup>[36-37]</sup>相同。

Chen等<sup>[38]</sup>报道了接受腔镜甲状腺手术和BABA的患者对手术美容效果总体满意度差异无统计学意义, 并指出腔镜和BABA均较开放手术能获得更好的美容效果。李陈钰等<sup>[39]</sup>通过对BABA及经口腔前庭入路甲状腺机器人切除术(transoral approach robotic thyroidectomy, TORT)患者进行回顾性对比研究, 结果显示TORT组患者术后1个月的美容效果评价显著高于BABA组( $P=0.005$ ), 这是因为TORT的切口位于口腔前庭, 能实现完全的体表无痕, 因此在美容效果方面, TORT较BABA更具优势。Yang等<sup>[40]</sup>利用VAS视觉模拟疼痛评分对BABA和TORT患者进行对比, 结果在术后当天和第1天, TORT组VAS评分明显低于BABA组( $P<0.01$ ), 而术后第2天之后两组VAS评分差异无统计学意义, 作者指出这与TORT切口距离甲状腺较近, 皮瓣剥离面积较小有关。Lee等<sup>[41]</sup>研究得出, BABA和经单侧腋窝入路(transaxillary approach, TAA)机器人甲状腺手术的美容效果优于耳后入路(retroauricular approach, RA)机器人甲状腺手术, 但需要更大样本量的研究来进一步验证结果。

上述国内外及本中心研究表明, BABA较开放手术有更低的疼痛评分及更好的美容效果; TORT入路在短期疼痛评分及美容效果优于BABA, 长期的效果待进一步随访研究证实。

综上所述, 第四代达芬奇机器人BABA甲状腺手术简便、安全、微创、有效, 其学习曲线主要取决于术者对机器人手术系统的熟练程度。该手术入路不仅适用于良性病变切除, 对甲状腺恶性肿瘤的根治也有良好效果, 在肥胖人群中仍可正

常开展, 尤其适用于美容需求高的年轻女性患者。

本研究的不足之处在于EBSLN方面术后患者未进行环甲肌喉肌电图检查, 其损伤的指标仅使用了术后声调降低来表示, 而患者术后声调降低可能与多种因素相关。此外, 针对术后患者甲状腺功能的评估仅通过测定血钙来进行, 未进行PTH的测定, 而血钙水平同样易受多种因素的影响, 因而单侧切除的患者中也出现了较多的低钙血症。因此, 还需要更深入细致的术后相关检查来进一步验证第四代BABA达芬奇机器人甲状腺手术的安全性。相信随着机器人手术系统的不断更新以及国产机器人手术系统的应用, 将为机器人甲状腺手术的推广提供了更多可能, 让更多的患者获益。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明: 李昆临负责数据分析、图表制作、论文撰写; 白柯成负责数据收集、文献整理、论文撰写; 杨明宇、迟昊、王宏博负责研究指导、数据整理; 蓝东媛、隋成秋负责研究指导、技术支持; 张大奇负责课题设计、论文修改、经费支持。

#### 参考文献

- [1] 马仕昆, 张媿, 胡玥, 等. 胸乳入路腔镜手术治疗甲状腺良性肿瘤的临床应用[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(5):692-697. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.05.015.
- [2] Ma SK, Zhang T, Hu Y, et al. Clinical application of endoscopic surgery through thoracobreast approach for benign thyroid tumors[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(5):692-697. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.05.015.
- [3] Fu X, Ma Y, Hou Y, et al. Comparison of endoscopic bilateral areolar and robotic-assisted bilateral axillo-breast approach thyroidectomy in differentiated thyroid carcinoma: a propensity-matched retrospective cohort study[J]. BMC Surg, 2023, 23(1):338. doi: 10.1186/s12893-023-02250-w.
- [4] 褚亮, 周少波, 蒋磊, 等. 扶镜机器人在经胸乳径路甲状腺良性疾病手术中的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(9):1079-1085. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.011.
- [5] Chu L, Zhou SB, Jiang L, et al. Application of robotic scope holder in breast approach endoscopic thyroidectomy for benign thyroid diseases[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(9):1079-1085. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.011.
- [6] Lee J, Chung WY. Current status of robotic thyroidectomy and neck dissection using a gasless transaxillary approach[J]. Curr Opin

- Oncol, 2012, 24(1):7-15. doi: [10.1097/cco.0b013e32834cb813](https://doi.org/10.1097/cco.0b013e32834cb813).
- [5] Zhang R, Chen Y, Deng X, et al. Comparison of bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy and open thyroidectomy for papillary thyroid carcinoma[J]. *J Robot Surg*, 2023, 17(5): 1933-1942. doi: [10.1007/s11701-023-01655-2](https://doi.org/10.1007/s11701-023-01655-2).
- [6] 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.7504/CJPS.ISSN1005-2208.2016.11.08).
- [7] Shin HR, Lee K, Yu HW, et al. Comparison of perioperative outcomes using the da vinci S, Si, X, and xi robotic platforms for BABA robotic thyroidectomy[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(10): 1130. doi: [10.3390/medicina57101130](https://doi.org/10.3390/medicina57101130).
- [8] 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](https://doi.org/10.1007/s00464-022-09549-4).
- [9] Fassari A, Gurrado A, Iossa A, et al. Definition of learning curve for thyroidectomy: systematic review on the different approaches[J]. *Gland Surg*, 2023, 12(7):989-1006. doi: [10.21037/gs-22-730](https://doi.org/10.21037/gs-22-730).
- [10] 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](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2019.07.015).
- [11] Lee HS, Kim Y, Kim SB, et al. ASO visual abstract: shaving papillary thyroid carcinoma involving functioning recurrent laryngeal nerve-safety of incomplete tumor resection and nerve sparing[J]. *Ann Surg Oncol*, 2023, 30(13):8542-8544. doi: [10.1245/s10434-023-14228-2](https://doi.org/10.1245/s10434-023-14228-2).
- [12] 李昆临, 王程, 杨明宇, 等. 机器人甲状腺手术相关并发症研究进展—TORT 与 BABA 入路对比分析[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2023, 17(1): 120-123. doi: [10.3760/cma.j.cn.115807-20220905-00244](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.115807-20220905-00244).  
Li KL, Wang C, Yang MY, et al. Research progress of complications related to robotic thyroid surgery-comparison of TORT and BABA approaches[J]. *Chinese Journal of Endocrine Surgery*, 2023, 17(1): 120-123. doi: [10.3760/cma.j.cn.115807-20220905-00244](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.115807-20220905-00244).
- [13] Zhang D, Wang C, Wang T, et al. Clinical experience of use of percutaneous continuous nervemonitoring in robotic bilateral axillo-breast thyroid surgery[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12: 817026. doi: [10.3389/fendo.2021.817026](https://doi.org/10.3389/fendo.2021.817026).
- [14] Oh MY, Chai YJ, Yu HW, et al. Transoral endoscopic thyroidectomy vestibular approach as a safe and feasible alternative to open thyroidectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2023, 109(8): 2467-2477. doi: [10.1097/JS9.0000000000000444](https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000444).
- [15] Xu W, Teng C, Ding G, et al. Mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury in endoscopic thyroidectomy for papillary thyroid carcinoma: a large data from China[J]. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2023, 8(2):604-609. doi: [10.1002/lio2.1043](https://doi.org/10.1002/lio2.1043).
- [16] Gavid M, Dubois MD, Larivé E, et al. Superior laryngeal nerve in thyroid surgery: anatomical identification and monitoring[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274(9): 3519-3526. doi: [10.1007/s00405-017-4666-9](https://doi.org/10.1007/s00405-017-4666-9).
- [17] Ravikumar K, Sadacharan D, Muthukumar S, et al. EBSLN and factors influencing its identification and its safety in patients undergoing total thyroidectomy: a study of 456 cases[J]. *World J Surg*, 2016, 40(3):545-550. doi: [10.1007/s00268-015-3383-z](https://doi.org/10.1007/s00268-015-3383-z).
- [18] Barczyński M, Konturek A, Stopa M, et al. Randomized controlled trial of visualization versus neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy[J]. *World J Surg*, 2012, 36(6):1340-1347. doi: [10.1007/s00268-012-1547-7](https://doi.org/10.1007/s00268-012-1547-7).
- [19] Sanabria A, Ramirez A, Kowalski LP, et al. Neuromonitoring in thyroidectomy: a meta-analysis of effectiveness from randomized controlled trials[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2013, 270(8):2175-2189. doi: [10.1007/s00405-013-2557-2](https://doi.org/10.1007/s00405-013-2557-2).
- [20] Kim SJ, Lee KE, Oh BM, et al. Intraoperative neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during robotic thyroid surgery: a preliminary prospective study[J]. *Ann Surg Treat Res*, 2015, 89(5):233-239. doi: [10.4174/astr.2015.89.5.233](https://doi.org/10.4174/astr.2015.89.5.233).
- [21] Ahmad R, Saraf A, Kishore K, et al. Relation of superior laryngeal nerve and superior thyroid artery with superior pole of thyroid during thyroid surgery[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 74(Suppl 2):2095-2098. doi: [10.1007/s12070-020-01949-z](https://doi.org/10.1007/s12070-020-01949-z).
- [22] Qin X, Luo J, Ma J, et al. Prospective cohort study of parathyroid function and quality of life after total thyroidectomy for thyroid cancer: robotic surgery vs. open surgery[J]. *Int J Surg*, 2023. doi: [10.1097/JS9.0000000000000725](https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000725). [Online ahead of print]
- [23] Silver Karcioğlu AL, Triponez F, Solórzano CC, et al. Emerging imaging technologies for parathyroid gland identification and vascular assessment in thyroid surgery: a review from the American head and neck society endocrine surgery section[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 149(3):253-260. doi: [10.1001/jamaoto.2022.4421](https://doi.org/10.1001/jamaoto.2022.4421).
- [24] Koimtzis G, Stefanopoulos L, Alexandrou V, et al. The role of carbon nanoparticles in lymph node dissection and parathyroid gland preservation during surgery for thyroid cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(16): 4016. doi: [10.3390/cancers14164016](https://doi.org/10.3390/cancers14164016).
- [25] Tjahjono R, Phung D, Elliott MS, et al. The utility of near-infrared autofluorescence for parathyroid gland identification during thyroid surgery: a single-center experience[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 75(1): 121-125. doi: [10.1007/s12070-022-03309-5](https://doi.org/10.1007/s12070-022-03309-5).

- [26] 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.  
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.
- [27] Ouyang H, Wang B, Sun B, et al. Application of indocyanine green angiography in bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy for papillary thyroid cancer[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13:916557. doi: 10.3389/fendo.2022.916557.
- [28] Ouyang H, Xia F, Zhang Z, et al. Preoperative application of carbon nanoparticles in bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy for papillary thyroid cancer[J]. Gland Surg, 2021, 10(12):3188-3199. doi: 10.21037/gs-21-671.
- [29] 董治中, 刘文, 程若川. 甲状腺全切术中甲状旁腺自体移植的现状和思考[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(5): 600-605. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.05.013.  
Dong ZZ, Liu W, Cheng RC. Parathyroid autotransplantation in total thyroidectomy: current status and considerations[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(5): 600-605. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.05.013.
- [30] 马鑫雨, 柴芳, 肖智远, 等. 甲状腺乳头状癌患者侧颈部淋巴结转移影响因素分析[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(5):682-689. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.05.007.  
Ma XY, Chai F, Xiao ZY, et al. Analysis of influencing factors for lateral neck lymph node metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma[J]. China Journal of General Surgery, 2023, 32(5):682-689. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.05.007.
- [31] Wang T, Wu Y, Xie Q, et al. Safety of central compartment neck dissection for transoral endoscopic thyroid surgery in papillary thyroid carcinoma[J]. Jpn J Clin Oncol, 2020, 50(4):387-391. doi: 10.1093/jjco/hyz195.
- [32] 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.
- [33] Kim K, Lee S, Bae JS, et al. Comparison of long-term surgical outcome between transaxillary endoscopic and conventional open thyroidectomy in patients with differentiated thyroid carcinoma: a propensity score matching study[J]. Surg Endosc, 2021, 35(6): 2855-2861. doi: 10.1007/s00464-020-07721-2.
- [34] Pino A, Mazzeo C, Frattini F, et al. Lymph node dissection morbidity in thyroid cancer: an integrative review[J]. Sisl Etfal Hastan Tip Bul, 2021, 55(4): 433-437. doi: 10.14744/SEMB.2021.33401.
- [35] Saavedra-Pérez D, Manyalich M, Domínguez P, et al. Unilateral axillo-breast approach (UABA) with gas insufflation versus open conventional hemithyroidectomy: a prospective comparative study[J]. Cir Esp (Engl Ed), 2023, 101(2):107-115. doi: 10.1016/j.cireng.2022.09.014.
- [36] 方艳, 岳恺, 王雨轩, 等. 腋乳入路达芬奇机器人甲状腺手术的临床应用研究[J]. 中国肿瘤临床, 2021, 48(10): 533-539. doi: 10.3969/j.issn.1000-8179.2021.10.556.  
Fang Y, Yue K, Wang YX, et al. Clinical application of robotic thyroid surgery via bilateral axillo-breast approach[J]. Chinese Journal of Clinical Oncology, 2021, 48(10):533-539. doi: 10.3969/j.issn.1000-8179.2021.10.556.
- [37] Chai YJ, Song J, Kang J, et al. A comparative study of postoperative pain for open thyroidectomy versus bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy using a self-reporting application for iPad[J]. Ann Surg Treat Res, 2016, 90(5):239-245. doi: 10.4174/ast.2016.90.5.239.
- [38] Chen WH, Chen CY. Postoperative quality of life and cosmetic outcome between minimally invasive video-assisted thyroidectomy and bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy: a single center retrospective cohort study[J]. Updat Surg, 2021, 73(4):1459-1465. doi: 10.1007/s13304-021-01035-1.
- [39] 李陈钰, 贺青卿, 李小磊, 等. 经口腔前庭入路与双侧腋窝乳晕入路机器人甲状腺手术的回溯性比较研究[J]. 中华外科杂志, 2023, 61(3): 227-231. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20220810-00348  
Li CY, He QQ, Li XL, et al. A retrospective comparative study between robotic thyroidectomy through transoral vestibular approach and bilateral breast-axillary approach[J]. Chinese Journal of Surgery, 2023, 61(3): 227-231. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20220810-00348.
- [40] Yang SM, Park WS, You JY, et al. Comparison of postoperative outcomes between bilateral axillo-breast approach-robotic thyroidectomy and transoral robotic thyroidectomy[J]. Gland Surg, 2020, 9(6):1998-2004. doi: 10.21037/gs-20-468.
- [41] Lee DW, Bang HS, Jeong JH, et al. Cosmetic outcomes after transoral robotic thyroidectomy: comparison with transaxillary, postauricular, and conventional approaches[J]. Oral Oncol, 2021, 114:105139. doi: 10.1016/j.oraloncology.2020.105139.

( 本文编辑 姜晖 )

本文引用格式: 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

Cite this article as: 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]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(11): 1687-1696. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.11.007